HISTOIRE

DES

SCIENCES MATHÉMATIQUES

ET PHYSIQUES.

ECCE LABORA ET NOLI CONTRISTARI

HISTOIRE

DES

SCIENCES

MATHÉMATIQUES

ET PHYSIQUES,

PAR

M. MAXIMILIEN MARIE,

RÉPÉTITEUR DE MÉCANIQUE
ET EXAMINATEUR D'ADMISSION A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

TOME II.

DE DIOPHANTE A VIÈTE.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,

QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

1883

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

Quatrième Période.

Cinquième Période.

QUATRIÈME PÉRIODE.

De DIOPHANTE, né en 325,
à COPERNIC, né en 1473.

Noms des savants de cette Période.

	Né en	Mort en
Diophante	325	409
Pappus	340	
Jules l'Africain		
Hypathia	370	415
Proclus	412	485
Victorius d'Aquitaine	430	
Capella	450	
Boece	470	
Anthémius		534
Aryabhata	475	550
Eutocius d'Ascalon	540	
Dioclès	550	
Dionysidore	600	
Brahmagupta	598	
Bède	670	735
Hémoalde	680	
Héron le jeune	690	
Alcuin	735	804
Geber (Abou moussah Diafar al sofi)	780	840
Abdalla al-mamoun	790	
Mohammed ben Musa Al-kharizmi	7	
Musa (Ben Schaker)	800	
Mohammed ben Musa (Ben Schaker)	825	873
Ahmed ben Musa (Ben Schaker)	826	
Haçan ben Musa (Ben Schaker)	827	
Thebit ben Corrah	835	900
Rhasès	840	923
Albatégni	850	929
Alfragan	930	
Aboul Wéfa	940	
Mohammed ben Yahya	940	998

	Né en	Mort en
Marcus Græcus........................		
Gerbert (Sylvestre II).....................	940	1003
Ebn Jounis..........................	950	1008
Alpétrage..........................	960	
Vaidjan..........................	960	
Alhazen (Hassan-ben-Haïthem)...........	980	1038
Alfarabius..........................		
Avicenne..........................	980	1037
Al-Karkhi..........................		
Geber ben Aphla..........................	1040	
Abraham Aben Ezra..........................	1093	1167
Bhaskara..........................	1114	
Gérard de Crémone..........................	1114	1187
Jean de Séville (Joannes Hispalensisj......	1150	
Léonard de Pise..........................	1175	
Vincent de Beauvais..........................	1189	1265
Sacrobosco (Jean de Holywood).............	1190	
Aboul-Hhassan-Ali (de Maroc)..............	1200	
Albert le Grand..........................	1205	1280
Roger Bacon..........................	1214	1294
Nassir-ed-din..........................	1225	1274
Campanus..........................		
Saint Thomas-d'Aquin..........................	1225	1274
Alphonse, roi de Castille..................	1226	1284
Gérard de Sabionetta..........................		
Jordanus..........................		
Jordan nemorarius..........................		
Arnaud de Villeneuve..........................	1235	1313
Raymond-Lulle..........................	1235	1315
Don Prophiat..........................	1245	1312
Ibn Al-Banna..........................	1252	
Vitellon..........................		
Jean de Muris..........................	1280	
Planude..........................	1290	
Barlaam..........................	1350	
Argyrus..........................	1350	
Ulugh-Beigh..........................	1392	1450
Guy de Chauliac..........................	1395	1466
Toscanelli..........................	1397	1482
Gutenberg..........................	1400	1468
Purbach..........................	1423	1461
Valla..........................	1430	1500
Walther..........................	1430	1504

	Né en	Mort en
Basile Valentin		
Christophe Colomb	1435	1506
Regiomontanus	1436	1476
Mardochée Comtino		
Schoner		
Eck de Sulzbach		
Lucas de Burgo (Paccioli)	1440	1515
Nicolas Chuquet	1445	
Ripley	1450	1490
Kaleb Effendi poulo	1450	1500
Léonard de Vinci	1452	1519
Lefèvre d'Étaples	1455	1536
Werner	1468	1528
Stæffler	1472	1530

QUATRIÈME PÉRIODE.

L'Algèbre des géomètres du Moyen-âge et de la Renaissance.

Nous avons montré ce qu'eût pu être l'Algèbre qui est en puissance dans les ouvrages des géomètres grecs; nous allons tâcher d'expliquer pourquoi la marche suivie par eux n'a pas été reprise chez les Arabes et dans le moyen âge; pourquoi ce qui était un commencement de science n'est pas devenu une doctrine complète, au lieu de disparaître entièrement; enfin, comment s'est constituée l'Algèbre, lors de ses premiers développements.

Pendant que les géomètres grecs travaillaient incidemment à construire la véritable Algèbre, instrument indispensable dans toutes leurs recherches et au perfectionnement duquel ils eussent dû toujours présider, un nouvel ordre d'études naissait et se développait rapidement; quelques propriétés des nombres avaient donné l'éveil, et la foule des esprits médiocres se dirigeait vers un point où les découvertes devaient être plus faciles.

Les géomètres grecs, séduits par la beauté et l'utilité réelle de leurs études, eurent d'ailleurs le tort grave de chercher incessamment à découvrir à l'aide des moyens qu'ils possédaient, sans prendre le temps de perfectionner ces moyens. Sans doute, il est admirable de voir Archimède, au moyen d'un instrument logistique aussi imparfait que la simple connaissance des transformations que peut subir une proportion, aborder les plus hautes questions géométriques et déjà poser les bases de l'analyse infinitésimale; mais si ce grand homme avait pu consacrer quelque temps aux théories algébriques, s'il avait seulement conçu l'Algèbre comme une Science à part, il nous eût épargné une reculade de quinze siècles. Il n'eût eu d'ailleurs que bien peu d'efforts à faire pour vaincre les calculateurs sur leur propre terrain.

Sans contredit, les premières notions arithmétiques durent prendre naissance avant les recherches géométriques; mais il ne résulte aucunement de cette antériorité nécessaire une dépendance quelconque entre les conceptions élémentaires de l'Algèbre et celles de l'Arithmétique. Outre que les travaux des géomètres grecs fournissent de la manière la plus palpable la preuve de l'indépendance des deux genres de spéculations, il est évident, d'ailleurs, que les questions qui y ont conduit sont de nature entièrement différente.

Les recherches arithmétiques, nées de la nécessité de régler équitablement les conditions des contrats civils, se bornèrent d'abord à des questions de nombres entiers; car, de quelque nature que fussent les choses à compter, l'unité se trouvait toujours immédiatement indiquée par la question, et, quelle qu'elle fût, elle était toujours indécomposable. Or, il n'est pas difficile de sentir quelle distance il a fallu franchir pour passer des pre-

mières spéculations arithmétiques, essentiellement relatives à la détermination du nombre dans une collection d'objets indécomposables, à des recherches analogues sur les mesures de grandeurs capables de croître ou décroître d'une manière continue. Dans le premier cas, en effet, le nombre est apparent, visible; il serait impossible de ne pas le considérer comme une chose principale; tandis que, dans le second, il n'existera que par suite d'une opération préliminaire, et cette opération sera d'abord nécessairement jugée inutile, car les lois cherchées devant comprendre seulement ce qui est donné et ce qui est inconnu, il sera impossible qu'on regarde comme opportune, avant tout examen préalable, l'introduction d'une autre grandeur auxiliaire, entièrement oisive, ou, du moins, n'ayant à jouer qu'un simple rôle de présence.

D'ailleurs, l'impossibilité de représenter la plupart des grandeurs par des nombres, à l'aide d'une même unité, n'aurait-elle pas dû tout d'abord faire renoncer à cette entreprise, si on en avait eu l'idée?

Ainsi, quoique évidemment les anciens aient eu nécessairement l'habitude de représenter par des nombres les longueurs, surfaces, volumes, temps, etc., puisque, autrement, ils n'eussent pu les désigner, il est cependant facile de comprendre que les géomètres n'aient pas dû supposer représentées en nombres les grandeurs sur lesquelles ils spéculaient.

L'addition et la soustraction des nombres entiers touchent sans doute de bien près à l'addition et à la soustraction des grandeurs, employées dès les premiers pas en Géométrie. La multiplication des nombres entiers, ou plutôt la répétition d'un même nombre entier, pour nous, ne diffère que bien peu, non plus, de la recherche d'une quatrième proportionnelle à trois grandeurs

données, et l'on pourrait en dire autant de la division, quand le reste en est nul; mais il est clair que ces opérations arithmétiques, comparées à la construction graphique correspondante, se rapportent à des modifications bien plus particulières. De même, l'extraction de la racine carrée d'un nombre entier carré parfait fournit bien la mesure d'une moyenne proportionnelle entre les deux grandeurs représentées par ce nombre et par l'unité; mais on discutait encore au moyen âge pour savoir si un nombre non carré a une racine, tant on était loin d'identifier les deux opérations arithmétique et géométrique.

La convergence entre les travaux des géomètres et ceux des arithméticiens, jusque-là étrangers les uns aux autres, ne commence véritablement à être présumable qu'à partir de Diophante; l'établissement de l'identité des deux buts est dû aux efforts des géomètres de la Renaissance, précédés en cela par les Hindous et les Arabes. Toutefois, chez eux, l'unité n'est pas encore cette grandeur indéterminée dont l'intervention ne sert qu'à rendre hypothétiquement exprimables en nombres toutes les grandeurs qui doivent entrer dans une même recherche; leurs unités sont généralement définies, par exemple dans toutes les questions de Trigonométrie, et ils ne s'en servent alors que pour représenter effectivement les grandeurs par des nombres qu'ils expriment; et lorsqu'ils résolvent arithmétiquement (on ne peut vraiment pas dire algébriquement) des problèmes de Géométrie, si l'unité reste bien véritablement arbitraire, ce sont les données qui sont numériques, en sorte que, si la méthode de solution pourrait être étendue à d'autres cas, du moins la solution obtenue ne convient qu'aux figures semblables à celle qui a été considérée.

Ce n'est qu'à partir de Descartes que l'unité abstraite, indéfinie,

a été conçue nettement et que le calcul algébrique a reçu par suite sa constitution actuelle; encore même faut-il noter que Descartes ne se servait guère de l'unité que pour ramener au premier degré, les termes des équations qu'il écrivait, par la présence supposée de cette unité, à une puissance convenable, aux dénominateurs de ces différents termes.

Quant au calcul algébrique, s'il ne prend pas encore naissance dans cette période, il ne faut pas s'en étonner. En effet, les données étant toujours numériques, les calculs se font à mesure et de proche en proche, de façon que tous les résultats intermédiaires restent toujours numériques. Il n'y aurait que les expressions contenant l'inconnue qui pussent donner lieu à des calculs algébriques, mais cela arrive bien rarement, et, quand cela arrive, au lieu de se donner la peine d'établir les principes abstraits du calcul, on recourt à la Géométrie.

Ainsi nous verrons même Cardan établir la formule du cube d'un binôme en décomposant le cube construit sur la somme de deux lignes.

Durant toute cette période, l'Algèbre ne consiste que dans les procédés de résolution des équations numériques. Pour tout le reste, l'Algèbre reste tributaire de la Géométrie.

Au reste, Diophante et ses successeurs, qui ont cependant une idée évidemment nette de l'élimination d'une inconnue entre deux équations, ne la font jamais directement, parce qu'il faudrait alors effectuer un petit calcul algébrique, qui ne pourrait être expliqué que par des considérations indirectes de Géométrie. Ils ne l'effectuent qu'après avoir préparé la question de façon que l'inconnue à éliminer s'exprime en raison donnée par rapport à l'inconnue restante, jamais par la substitution d'un binôme seu-

lement; ou, plutôt, ils la font mentalement, en choisissant, d'après les conditions de la question, une inconnue auxiliaire au moyen de laquelle toutes les inconnues indiquées dans l'énoncé s'expriment aisément. Au reste, c'est dans ce choix que Diophante se montre vraiment supérieur, car il y met une habileté rare; mais aussi c'est là le défaut de son Algèbre, parce que, l'habileté ne s'enseignant pas, la plupart de ses lecteurs ne pourraient, malgré son exemple, réussir à se tirer des difficultés où il se joue.

Enfin il convient encore de remarquer que, soit que l'on voulût, à cette époque, tirer des théorèmes d'Euclide des propositions d'Algèbre, soit qu'on voulût résoudre par l'Algèbre des problèmes de Géométrie, on avait toujours soin de prendre des données représentées en nombres entiers, afin que la méthode que nous avons vue employée par Ptolémée fût applicable; c'est-à-dire afin que les figures d'Euclide fournissent exactement les relations numériques cherchées, s'il s'agissait d'établir une proposition d'Algèbre, ou que ces mêmes théorèmes fournissent des relations exactes entre les mesures des parties de la figure, s'il s'agissait de trouver la valeur numérique du résultat d'une construction.

Le plus souvent même on s'arrangeait, dans le choix des données des problèmes de Géométrie, de façon que les inconnues eussent aussi des valeurs commensurables. C'est du reste ce que faisait toujours Diophante dans les questions d'Arithmétique abstraite qu'il se proposait.

L'Algèbre des Hindous.

Ce que nous venons de dire se rapporte particulièrement aux travaux des Arabes, des Juifs espagnols et enfin des Italiens, Léonard de Pise, Lucas de Burgos, Tartaglia et Cardan, qui, quoique ayant directement ou indirectement bénéficié des recherches des Hindous, n'en sont pas moins restés les disciples immédiats des Grecs, Euclide, Archimède, Apollonius et Ptolémée.

L'évolution scientifique dans l'Inde fut pour ainsi dire le contre-pied de ce qu'elle a été en Grèce. Les Hindous s'occupèrent peu de Géométrie, où d'ailleurs ils trouvèrent en assez grand nombre des théorèmes faux; et s'appliquèrent avec continuité et succès aux spéculations abstraites sur les nombres, spéculations qui les conduisirent à des résultats remarquables.

En Géométrie, ils vont, comme nous, droit à la mesure des grandeurs : surfaces de carrés, de rectangles ou de triangles, surface du cercle (que Brahma-gupta fait égale à $R^2\sqrt{10}$), surface de la sphère, volumes des parallélépipèdes et volume de la pyramide (qu'Aryabhata fait égal à *la moitié* du produit de la base par la hauteur), enfin volume de la sphère (que le même Aryabhata fait égal au produit de la surface d'un grand cercle par la racine carrée de cette surface).

En Arithmétique, ils parviennent directement aux notions du produit et du quotient, de la racine carrée et de la racine cubique, sans mélange apparent d'idées de quatrième proportionnelle, de moyenne proportionnelle, ou d'insertion de deux moyennes proportionnelles entre deux longueurs.

Il paraît même que les incommensurables ne les étonnent ni ne les effrayent, si bien qu'en Algèbre ils en viennent aisément à laisser les données quelconques et à les représenter par les initiales des mots qui en définissent la nature.

Ils somment les progressions arithmétiques, résolvent complètement l'équation du second degré, enfin obtiennent toutes les solutions entières de certaines équations du premier et du second degré à deux inconnues.

En Trigonométrie, ils se servent tout d'abord des sinus, sans passer par les cordes.

Les ouvrages des Hindous qui nous sont parvenus ne contiennent, pour l'Arithmétique, que des règles de calcul; pour la Géométrie, que des énoncés de théorèmes; et, pour l'Algèbre, que des résultats. Il serait donc bien difficile de savoir quelle marche ils suivirent pour parvenir à chacune de leurs découvertes.

On ne sait, par exemple, pas d'une façon certaine comment ils sont parvenus à la formule de résolution de l'équation générale du second degré.

Ils étaient médiocrement géomètres, et, d'un autre côté, tout porte à croire qu'ils n'ont pas connu les *Éléments d'Euclide*. On s'explique donc qu'ils n'aient pas eu l'idée de tirer cette formule de la construction qui fournit les deux côtés d'un rectangle dont on donne le demi-périmètre et la surface, en supposant, ce que nous admettons, qu'ils eussent su éliminer l'une des inconnues entre les deux équations

$$x + y = p$$

et

$$xy = q^2.$$

Ils auraient pu parvenir à cette formule soit en faisant disparaître le second terme de l'équation, comme l'a fait Viète, soit en rendant carré parfait le premier membre de l'équation, comme nous le faisons.

M. Léon Rodet, dans son Algèbre d'Al-Khârizmi, démontre assez clairement pour qu'on puisse admettre le fait, que Bhâskara et, probablement Brahmagupta résolvaient l'équation du second degré en en rendant le premier membre carré parfait.

Cependant je suis encore tenté d'admettre que la démonstration indienne fut d'abord celle que nous a transmise Mohammed ben Musa Al-Khârizmi et qui a été reproduite ensuite, avec des variantes presque insignifiantes, par Léonard de Pise et par Cardan.

Non seulement il me semble que la singularité de cette démonstration s'harmonise parfaitement avec la bizarrerie de la manière générale d'être et de penser des Hindous, mais on ne s'expliquerait pas, si la démonstration n'avait pas eu, du temps de Mohammed, un droit acquis de cité en Algèbre, comment les Arabes, qui d'une part connaissaient Euclide et qui, de l'autre, savaient parfaitement effectuer le produit de deux binômes, auraient, et d'une façon si défectueuse, appliqué des considérations géométriques à une question dont la Géométrie avait fourni depuis si longtemps la solution directe et immédiate.

Cela était permis aux Hindous; ce serait d'autant plus inexcusable de la part des Arabes et des Italiens, s'ils n'avaient pas été retenus par le respect pour une tradition, qu'ils pouvaient plus aisément résoudre la question par une de nos méthodes abstraites, sans intervention d'aucune considération géométrique, ou au moins prendre la formule de résolution dans Diophante, en fai-

sant directement l'élimination de l'une des inconnues entre les équations

$$x - y = p$$

et

$$xy = q$$

de manière à tomber sur l'équation du second degré complète.

Après avoir tiré des équations précédentes

$$x(x - p) = q,$$

c'est-à-dire

$$x^2 - px = q,$$

ou

$$x^2 = px + q,$$

suivant leur manie de n'inscrire jamais un terme que dans le membre de l'équation où il serait additif (ce qui a pu les empêcher de trouver la bonne méthode de solution), ils n'auraient eu qu'à remarquer que Diophante avait trouvé la formule de l'inconnue en résolvant autrement les deux équations proposées. Ce simple rapprochement suffisait à la rigueur et aurait bien mieux valu que l'amphigouri géométrique qui a servi de démonstration jusqu'à Viète.

M. Léon Rodet attribue à cette démonstration géométrique une origine grecque; mais je ne vois pas à quel Grec en faire remonter l'invention.

Invention des formules des mesures des surfaces et volumes.

Non seulement il n'y a aucunement lieu de douter que les géomètres grecs aient parfaitement su évaluer en nombres l'aire d'une surface polygonale, ou le volume d'un polyèdre, dont les dimensions linéaires leur auraient été fournies en nombres, mais il est même infiniment probable que l'art d'obtenir ces mesures avait de beaucoup précédé leurs spéculations théoriques.

Il n'y a pas d'inventeurs à citer pour des propositions telles que : un rectangle qui a deux stades de base et trois de hauteur, contient six carrés ayant un stade de côté ; un parallélépipède rectangle dont les côtés ont deux, trois et quatre stades, contient vingt-quatre cubes ayant un stade de côté.

Il n'y en a pas d'avantage pour celles qui concernent les évaluations de l'aire d'un triangle ou du volume d'une pyramide, dont la base et la hauteur sont données en nombres exacts et entiers, au moins dès que la théorie a permis de constater qu'un triangle est la moitié du rectangle de même base et de même hauteur, et qu'une pyramide est le tiers du parallélépipède rectangle de base équivalente et de même hauteur, etc.

Mais il y a loin des règles pratiques d'évaluation, dans les cas simples qu'on vient de supposer, aux formules théoriques des mesures. Les deux conceptions sont si éloignées l'une de l'autre, que les besoins des praticiens et ceux des théoriciens à cet égard, étaient presque contraires, et que, d'ailleurs, les praticiens savaient parfaitement à l'avance ce qu'ils voulaient, tandis que les théoriciens non seulement n'ont rien préparé, mais n'ont même que

bien péniblement entrevu les avantages qu'ils allaient obtenir en se plaçant au nouveau point de vue.

Ce que les praticiens cherchaient, c'étaient des évaluations aisément perceptibles, et, de même que pour rendre saisissable l'expression en nombres d'une distance, on l'a naturellement évaluée d'abord en stades, puis l'excédent en pas, le nouvel excédent en palmes, le troisième en doigts, etc.; de même on a évalué l'aire d'un champ rectangulaire en stades carrés, en stades-pas et en pas carrés; en stades-palmes, en pas-palmes et en palmes carrées; en stades-doigts, pas-doigts, palmes-doigts et doigts carrés, etc.

Or ce n'était pas du tout ce qui pouvait convenir aux géomètres : pour que les formules des mesures des surfaces et volumes leur fussent utiles, c'est-à-dire pour qu'elles leur facilitassent l'établissement des relations entre les éléments des figures, au moyen des équations des mesures distinctes, quant à la forme, des surfaces ou des volumes équivalents, il fallait que ces formules ne dépendissent que d'une seule unité; c'est-à-dire il fallait que les unités de surface et de volume fussent reliées à l'unité de longueur, et que celle-ci fût unique.

Mais les géomètres ne se firent pas sciemment cette méthode; ils ne devinèrent pas à l'avance que l'emploi des formules des mesures des surfaces et volumes pourrait faciliter leurs recherches théoriques; au contraire, ce n'est que peu à peu et à la suite d'expériences longtemps répétées, sur une multitude d'exemples, qu'ils s'élevèrent à la conception nette de la méthode dont nous parlons.

Si nous en jugeons autrement, ce ne peut être que par suite des habitudes d'esprit que nous tenons de notre éducation; mais, pour peu qu'on y réfléchisse, on verra combien il était difficile

d'apercevoir à l'avance le but à atteindre, qui était de faciliter la découverte des relations entre les éléments linéaires des figures.

Ce qu'il y a de certain, c'est que les géomètres grecs, malgré la grande intelligence dont ils ont donné tant de preuves, ne s'en doutèrent même pas.

Il ne faudrait pas aujourd'hui à un enfant une bien grande finesse pour dire : en prenant une unité de longueur suffisamment petite, on obtiendra, avec une approximation aussi grande qu'on le voudra, les mesures de toutes les surfaces et de tous les volumes, pourvu qu'on sache tout ce qui concerne ces surfaces et volumes, considérés en eux-mêmes.

Mais cette idée ne résout pas encore complètement la question : il y a encore une grande distance de la formule pratique de l'aire d'un rectangle, exprimée en carrés d'un très petit côté, à la formule théorique

$$S = bh,$$

où b et h désignent les mesures *indéfiniment approchées* de la base et de la hauteur du rectangle.

Ce dernier pas ne pouvait être franchi que par un peuple en possession d'un système de numération assez parfait pour suggérer le sentiment de la possibilité p'exprimer exactement le rapport de deux grandeurs incommnsuradbles, malgré l'inaccessibilité réelle de cette exactitude.

Or les Grecs étaient bien loin de posséder un système de numération capable de leur inspirer une pareille idée.

Les Hindous seuls ont eu anciennement un pareil système de numération, mais aussi l'invention de leur système de numération les a-t-elle naturellement conduits à celle des formules des mesures.

Ces deux inventions, inséparables l'une de l'autre, ont apparu en même temps et ont excité la même admiration chez les mêmes esprits, au moyen âge, où l'on voit tous les traités d'Arithmétique contenir la théorie géométrique des mesures des surfaces et des volumes et tous les traités de Géométrie contenir, de même, l'exposition du système décimal de numération, dans les chapitres relatifs aux mesures des surfaces et des volumes. Il y a même des ouvrages qui ne contiennent que l'une et l'autre théorie ; tel est le suivant : *Liber in quo terrarum corporumque continentur mensurationes Ababuchri qui dicebatur Heus, translatus a magistro Girardo Cremonensi de arabico in latinum, in Toleto, abbreviatus* (Abrégé du livre d'Ababuchri, dit Heus, contenant les mesures des surfaces et volumes, traduit de l'arabe en latin par Gérard de Crémone) dont la Bibliothèque nationale possède plusieurs copies.

Je le répète, les deux inventions ne doivent pas être plus séparées dans l'histoire des idées qu'elles ne l'ont été dans l'histoire des faits.

Progrès de la Géométrie.

Ils sont presque entièrement dus à Pappus et se résument essentiellement dans le théorème relatif aux surfaces et volumes de révolution et dans quelques théorèmes qui ont depuis formé la base de la théorie des transversales.

La *Géodésie* de Héron le Jeune forme un ouvrage à part; elle prélude à la réforme que subiront toutes les formules de Géométrie, par suite du changement de point de vue, qui doit

faire prévaloir la recherche des mesures directes des longueurs, surfaces et volumes comparés à des unités fixes, reliées entre elles, à la recherche plus indéterminée et, par suite, plus vague, des raisons entre grandeurs analogues, le terme de comparaison variant chaque fois avec la grandeur nouvelle à étudier.

Progrès de l'Arithmétique.

Les Hindous imaginent le système de numération moderne.

Avicenne donne la règle de la divisibilité d'un nombre par 9 et l'applique à la preuve de la multiplication.

Les Hindous somment les progressions par différence, et les suites des carrés et des cubes des nombres entiers, de 1 à n.

Progrès de l'Algèbre.

Les règles du calcul algébrique applicables aux quantités composées ne vont guère au delà de ce que fournit l'application des théorèmes de Géométrie relatifs aux surfaces de rectangles ou de carrés dont les côtés sont composés.

Mais l'Algèbre s'enrichit des méthodes de résolution des équations du premier et du second degré.

Progrès de la Mécanique.

La théorie du levier, d'Archimède, est étendue au treuil et aux moufles; en même temps les machines se perfectionnent.

Progrès de l'Astronomie.

Ils se réduisent essentiellement au perfectionnement des instruments d'observation, à la construction de tables trigonométriques plus complètes et plus approchées, enfin à des corrections peu importantes dans les valeurs des données astronomiques.

Cependant Albatégnius constate le mouvement de la ligne des apsides de l'orbite solaire.

Progrès de la Physique.

La force élastique des gaz comprimés commence à être connue, et les réfractions de la lumière sont mesurées plus exactement qu'elles ne l'avaient été par Ptolémée.

Progrès de la Chimie.

Geber décrit l'acide nitrique, l'eau régale, le sel alcali, le sel ammoniac, la pierre infernale, le sublimé corrosif et le précipité

per se; il avait sans doute découvert une partie de ces corps. Déjà il regardait les gaz comme matériels.

Arnaud de Villeneuve découvre, selon toute apparence, l'esprit-de-vin, l'huile de térébenthine et l'acide sulfurique.

Ripley découvre l'esprit pyroacétique.

Progrès de la Géodésie et de la Géographie.

Christophe Colomb découvre l'Amérique.

Progrès de l'Industrie et des Arts.

Gutenberg invente l'imprimerie.

BIOGRAPHIE

DES

SAVANTS DE LA QUATRIÈME PÉRIODE

ET

ANALYSE DE LEURS TRAVAUX.

DIOPHANTE.

(Né en 325, mort en 409.)

Il vécut 84 ans, comme nous l'apprend son épitaphe en forme d'énoncé d'un problème arithmétique, « Diophante passa un sixième du temps qu'il vécut dans l'enfance ; un douzième dans l'adolescence; ensuite il se maria, et demeura dans cette union un septième de sa vie avant d'avoir un fils, auquel il survécut de quatre ans et qui n'atteignit que la moitié de l'âge auquel son père est parvenu. » La solution du problème donne quatre-vingt-quatre ans, et c'est, du reste, tout ce qu'on sait sur la personne de Diophante.

Il avait laissé douze livres d'Arithmétique, dont les six premiers seulement sont parvenus jusqu'à nous, et un autre sur les *Nombres multangulaires*.

Son grand ouvrage roule principalement sur des questions indéterminées, dont il s'agit de trouver toutes les solutions

rationnelles. On y trouve aussi des problèmes déterminés du premier et du second degré.

Les ouvrages de Diophante ont formé le sujet des méditations, non seulement des Grecs, ses contemporains, mais des Arabes et, plus tard, des géomètres italiens, français et allemands de la Renaissance. Viète même, dans son œuvre capitale, se borne presque à reproduire ses propositions une à une, en substituant, il est vrai, des questions de Géométrie à résoudre par l'Algèbre, aux problèmes abstraits de son modèle.

Les six livres qui nous restent de l'Algèbre arithmétique de Diophante sont les premiers, et comme les difficultés y croissent graduellement, il est probable que les six derniers nous donneraient de l'auteur une plus haute idée encore.

L'ouvrage de Diophante a été commenté au v^e^ siècle par la célèbre Hypathia; mais il ne nous reste rien de ce commentaire.

Le manuscrit des *Arithmétiques* fut découvert en 1460, par Regiomontanus, dans la bibliothèque du Vatican. Il fut publié pour la première fois par Xylander. Bachet en donna une meilleure édition (1621), qui fut améliorée encore par Fermat, fils du célèbre mathématicien, et enrichie de précieuses notes de son père (Toulouse, 1670). Simon Stévin et Albert Girard en ont donné une traduction française (Paris, 1625). Cette traduction, très libre, est reproduite dans l'édition des œuvres de Stévin qu'avait préparée Albert Girard et que les Elzeviers publièrent à Leyde en 1634.

Le terme *diophantine* a été appliqué par quelques mathématiciens modernes, comme Gauss et Legendre, à une espèce particulière d'analyse employée dans les recherches relatives à la théorie des nombres.

Nous commencerons par une analyse rapide des deux ouvrages de Diophante. La traduction latine que nous avons sous les yeux est celle de Bachet de Méziriac.

LIVRE I DES ARITHMÉTIQUES.

La lettre d'envoi de ce livre à un certain Denis ne contient rien d'intéressant, si ce n'est que Diophante dit, en passant, que la matière qu'il traite est neuve, ce qui sera évident d'après l'analyse que nous avons donnée de l'Arithmétique de Théon.

Définition I.

Tous les nombres étant formés de la réunion d'unités, ils peuvent croître indéfiniment. Parmi ces nombres, les uns sont *carrés;* les nombres qui, multipliés par eux-mêmes, les reproduisent, sont leurs *côtés;* les *cubes* sont formés de la multiplication des carrés par leurs côtés; les *quadrato-quadrati* sont les carrés des carrés; les *quadrato-cubi* sont les produits des carrés par les cubes de mêmes côtés; enfin les *cubo-cubi* sont les carrés des cubes (Diophante ne va pas au delà).

Définition II.

Un carré s'appelle *puissance* (δύναμις), et il se note par le signe δ^{υ} ; le signe du cube est κ^{υ} ; celui du quadrato-quadratus $\delta\delta^{\upsilon}$; celui du quadrato-cubus $\kappa\delta^{\upsilon}$; et celui du cubo-cubus $\kappa\kappa^{\upsilon}$. Les nombres (inconnus) dans lesquels aucune des

qualités précédentes ne sont constatées s'appellent simplement *nombres*. L'unité est représentée par μ^{o}.

Ces abréviations sont faciles à saisir : δ^{υ} signifis δυναμις, κ^{υ} signifie κυβος (cube) et μ^{o} signifie μονας (monade, unité).

Bachet de Méziriac fait sur cette définition la remarque que le mot *dynamis* vient d'une locution employée par Euclide, qui appelle souvent le carré d'une ligne *ce que peut cette ligne;* c'est ce que j'avais remarqué dans Apollonius. D'après M. Léon Rodet, la même expression était usitée dans l'Inde à la même époque.

Au lieu des signes proposés par Diophante, nous emploierons, à l'exemple de Bachet, les lettres N, Q, C. ..., pour désigner le nombre, son carré, son cube, etc. Cette notation avait déjà été adoptée par Viète.

Définition III.

Il y est question des fractions ayant pour dénominateur le nombre, son carré, ou son cube, etc.

Diophante dit que les dénominations des nombres (inconnus) qualifiés, serviront à former les dénominations de ce que nous appellerions leurs inverses : $\frac{1}{N}$ s'appellera une nombrième, (ἀριθμοστὸν); $\frac{1}{Q}$ s'appellera un quadratième (δυναμοστὸν), etc.

Définition IV.

C'est une paraphrase de la définition II. Diophante y donne la règle pour trouver la dénomination (comme puissance) du

produit de deux quantités dénommées (elles-mêmes puissances de l'inconnue). En d'autres termes, il s'agit de la règle des exposants, relative à la multiplication.

Définition V.

Un nombre quelconque multiplié par sa *fraction homonyme* (son inverse) fournit l'unité.

Par exemple :

$$N \times \frac{1}{N} = 1, \quad Q \times \frac{1}{Q} = 1, \quad C \times \frac{1}{C} = 1.$$

Définition VI.

Comme l'unité est non composée, toute chose multipliée par l'unité garde son espèce. Ainsi

$$N \times 2 = 2N; \quad Q \times 3 = 3Q; \quad C \times 4 = 4C.$$

Définition VII.

Mais les fractions dénommées, multipliées entre elles, forment des fractions autrement dénommées.

Ainsi deux fractions homonymes au nombre (inconnu), multipliées entre elles, forment une fraction homonyme au carré.

$$\frac{1}{N} \times \frac{1}{N} = \frac{1}{Q},$$

littéralement : un *nombrième* par un *nombrième* forme un *quadratième:* une fraction homonyme au carré, multipliée par une

fraction homonyme au nombre, forme une fraction homonyme au cube,

$$\frac{1}{Q} \times \frac{1}{N} = \frac{1}{C},$$

etc.

Définition VIII.

De même, une fraction ayant pour dénominateur le côté ou le nombre, multipliée par le carré, forme le nombre, ou le côté :

$$\frac{1}{N} \times Q = N\,;$$

une fraction ayant pour dénominateur le nombre, multipliée par le cube, donne le carré :

$$\frac{1}{N} \times C = Q\,;$$

une fraction ayant pour dénominateur le carré, multipliée par le nombre, produit une fraction ayant pour dénominateur le nombre :

$$\frac{1}{Q} \times N = \frac{1}{N};$$

multipliée par le cube, elle produit le nombre :

$$\frac{1}{Q} \times C = N.$$

Ces dernières définitions forment, comme on voit, l'équivalent de nos conventions relatives aux exposants.

Définition IX.

La multiplication de deux (quantités) défaillantes produit une (quantité) abondante ; et la multiplication d'une (quantité)

défaillante par une (quantité) abondante produit une (quantité) défaillante.

Au reste, le signe d'une (quantité) défaillante est le *psi* (ψ) écourté et renversé, ⋔.

Il est à remarquer que Diophante se sert souvent du signe ⋔ pour indiquer une soustraction et n'en a pas pour noter l'addition.

Il écrit à côté les unes des autres les quantités à ajouter sans les séparer par aucun signe. Ainsi il écrira

C.3 Q.4 N.2 M.7,

ou l'équivalent, c'est-à-dire

Cubes 3, Carrés 4, Nombres 2, Unités 7,

pour signifier

3 fois le cube + 4 fois le carré + 2 fois le nombre + 7 unités.

Quant au principe même énoncé dans la définition, Diophante n'a jamais l'occasion de l'appliquer, parce qu'il n'effectue jamais d'opérations algébriques : il en donne les résultats, lorsqu'il y a lieu, mais il ne dit jamais comment il y arrive. Au reste, ces opérations se bornent à la formation du carré ou du cube d'une somme composée de deux parties; il dira, par exemple :

Le carré de 2 N plus 3 est 4 Q plus 12 N plus 9.

Le carré de 2 N ⋔ 3 est 4 Q ⋔ 12 N plus 9.

Le cube de 2 N plus 3 est 8 C plus 36 Q plus 54 N plus 27, mais sans aucune explication.

Aussi je pense que Bachet de Méziriac aura attribué à son auteur ce qu'il pensait lui-même, ou ce qu'il croyait penser. Car

Diophante, certainement, n'a jamais considéré de quantités négatives isolées, comme Bachet semble le supposer.

Le principe ne peut tout au plus se rapporter qu'aux signes de termes dérivés de termes tous deux soustractifs, ou de termes l'un additif et l'autre soustractif, dans un produit de nombres composés. Mais alors il ne constitue qu'une remarque *a posteriori*, que Diophante n'avait pas même lieu de formuler.

Définition X.

C'est un simple conseil de ne pas confondre les quantités défaillantes avec les quantités abondantes. Il faut ajouter entre elles les quantités abondantes, ajouter entre elles aussi les quantités défaillantes, et retrancher les quantités défaillantes des quantités abondantes, mais en tenant compte des espèces, c'est-à-dire n'opérer que sur les *semblables;* combiner les nombres entre eux; aussi les carrés; de même les cubes, etc.

Définition XI.

Si, dans une question à traiter (une équation), il se trouve de part et d'autre (dans les deux membres) des espèces abondantes identiques, en multitudes différentes, il faut retrancher les semblables des semblables, jusqu'à ce qu'il ne reste qu'une seule multitude de chaque espèce.

De même, s'il y a de part et d'autre des espèces identiques, les unes abondantes et les autres défaillantes, celles qui sont abondantes d'un même côté doivent être ajoutées, ainsi que celles qui sont défaillantes d'un même côté; ensuite on supprimera des deux côtés celles qui sont à la fois défaillantes ou abondantes.

Enfin on s'efforcera de faire en sorte qu'il ne reste qu'une seule multitude d'une seule espèce.

Mais cette dernière observation se rapporte à la méthode : Diophante veut dire par là qu'il faut tâcher d'arriver à des égalités où ne se trouve plus que le nombre, ou son carré, ou son cube.

C'est qu'en effet il ne résout pas les équations de la forme

$$aQ + bN = c,$$

mais ramène toujours les questions qu'il se propose aux équations

$$\begin{aligned} aN &= b, \\ aQ &= b, \\ aC &= b, \\ &\ldots\ldots \end{aligned}$$

Au reste, pour bien comprendre cette définition, il faut se rappeler que le *nombre* c'est l'inconnue, qui peut être mêlée à d'autres espèces, son carré et son cube.

Diophante n'appelle nombres ni les données, ni les coëfficients; les coefficients sont des *multitudes* ou des fractions, selon qu'ils sont entiers ou fractionnaires. Quant aux données, ce sont des multitudes *d'unités*.

Question I.

Partager un nombre donné en deux parties qui aient entre elles une différence donnée.

Soient 100 le nombre et 40 la différence.

Que le moindre soit 1N, le plus grand sera 1N et 40 unités. La somme des deux sera donc 2N et 40 unités, mais elle doit

être 100 unités; donc 100 unités sont égales à 2N et 40 unités. Je retranche les semblables des semblables, c'est-à-dire 40 unités de 100 unités, d'une part, et de 2N et 40 unités, de l'autre; il reste 2N égale 60 unités. Donc l'un des deux nombres est 30 unités et l'autre est 70 unités, et la démonstration est manifeste.

Nous devons à l'obligeance de M. Léon Rodet la traduction littérale de ce passage. Nous la reproduisons pour donner un exemple de la manière de parler et d'écrire de Diophante. U est l'initiale d'unité et remplace M, initiale de μονας.

« Partager le nombre prescrit en deux nombres de différence donnée.

« Soient le nombre 100 et la différence U 40, trouver les nombres. Soit posé le plus petit N 1, le plus grand sera donc N 1 U 40. Donc tous deux ensemble deviennent N 2 U 40; mais on donne U 100. Donc U 100 sont égales à N 2 U 40; alors, des semblables les semblables, je retranche des U 100, U 40, et, de même, des deux nombres et des 40 monades, semblablement, U 40, il reste N 2 égaux à U 60. Donc le nombre deviendra de U 30.

« En revenant aux hypothèses, le plus petit sera de U 30 et le plus grand de U 70, et la démonstration est évidente. »

Cette démonstration est suivie d'un tableau qui équivaut au suivant :

Nombre, 100, Différence, 40,

Plus petit, x, Plus grand, $x + 40$,

$$2x + 40 = 100,$$

$$2x = 60,$$

$$x = 30,$$

Plus petit, 30, Plus grand, 70.

Question II.

Partager un nombre en deux parties qui aient une raison donnée.

Soient 60 la somme donnée et 3 la raison donnée.

Que le moindre des nombres cherchés soit 1N, le plus grand sera 3N; mais il faut qu'ensemble ils égalent 60 unités; donc 4N égalent 60 unités; par conséquent 1N égale 15 unités. Le plus petit nombre est donc 15 et le plus grand est 45.

Question XVII.

Trouver quatre nombres tels qu'ajoutés trois à trois ils produisent quatre nombres donnés. Il faut que le double de chacun des quatre soit moindre que la somme des trois autres.

Soient 20 la somme des trois premiers, 22 la somme des trois derniers, 24 la somme du troisième, du premier et du dernier, enfin 27 la somme des deux premiers et du dernier.

Faisons la somme des quatre nombres cherchés égale à 1N; si de 1N je retranche la somme des trois premiers, c'est-à-dire 20, j'aurai le quatrième, 1N moins 20; de même le premier sera 1N moins 22, le second 1N moins 24 et le troisième 1N moins 27. La somme des quatre sera donc 4N moins 93; mais elle doit être 1N, donc 3N égale 93 et 1N égale 31. Les nombres cherchés sont donc : le premier 9, le second 7, le troisième 4 et le quatrième 11.

La condition de possibilité du problème, que Diophante formule à la suite de l'énoncé, indique bien qu'il en sait plus long qu'il ne veut en avoir l'air.

En effet les équations du problème sont

$$
\begin{aligned}
x + y + z &= a,\\
y + z + u &= b,\\
z + u + x &= c,\\
u + x + y &= d,
\end{aligned}
$$

et l'on en tire, par exemple,

$$x = \frac{a + b + c + d}{3} - b,$$

ou

$$x = \frac{a + c + d - 2b}{3};$$

d'où résulte que $a + c + d$ doit dépasser $2b$. Mais, pour trouver cette condition, il a bien fallu que Diophante fît, mentalement, le calcul sur des données quelconques, littérales, si l'on veut.

Question XXX.

Trouver deux nombres dont la somme et le produit soient des nombres donnés.

Supposons que la somme doive faire 20 et le produit 96. Soit 2N la différence des deux nombres ; le plus grand sera 10 plus 1N et le plus petit 10 moins 1N ; le produit sera donc 100 moins 1Q, qui doit égaler 96. Par conséquent 1Q égale 4, N égale 2, et les nombres sont 12 et 8.

On voit que Diophante évite de former l'équation du second degré dont la résolution fournirait les deux nombres cherchés. J'ai déjà dit que jamais il ne considère une équation entre le nombre, son carré et des unités.

Dans le texte, aussitôt après l'énoncé, Diophante ajoute : *mais il faut que le carré de la moitié de la somme des deux nombres à trouver surpasse leur produit d'un carré.*

C'est qu'en effet la solution qu'il donne conduit d'elle-même à notre formule usuelle : les nombres cherchés sont égaux à la moitié de la somme donnée, plus ou moins la racine carrée de la différence entre le carré de cette demi-somme et le produit donné.

En effet, dans l'exemple,

$$Q = 4,$$

d'où

$$N = \sqrt{4} = 2;$$

mais 4 provient de 100 moins 96 et 100 est le carré de $\frac{1}{2}20$; la formule de Diophante est donc bien

$$x = \frac{20}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{20}{2}\right)^2 - 96},$$

et il prouve parfaitement qu'il le sait, quoiqu'il ne le dise pas, car autrement il n'aurait pas pu énoncer la condition qu'il indique.

On peut remarquer que cette condition est à la fois la condition générale de possibilité du problème et la condition de solubilité par des nombres exacts.

Diophante prépare toujours ses questions de façon que les nombres cherchés soient commensurables ; il choisit d'abord les nombres qu'il proposera de chercher, et il forme en conséquence les seconds membres des conditions auxquelles ces nombres doivent satisfaire.

Nous remarquerons encore, à propos de ce problème, qu'il serait difficile de supposer que Diophante n'ait pas aperçu l'analogie qu'il présente avec la question de Géométrie qui consiste à partager une ligne donnée en deux parties dont le rectangle soit égal à un carré donné; or, dans cette hypothèse, la figure même lui aurait révélé notre formule de résolution

$$x = \frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q^2}.$$

Ainsi il est doublement impossible qu'il ait ignoré cette formule. Mais en la donnant naïvement, il se serait privé du plaisir de multiplier les questions.

Question XXXII.

Trouver deux nombres dont la somme soit un nombre donné et dont les carrés aient entre eux une différence donnée.

Soient 20 la somme donnée des deux nombres et 80 la différence donnée de leurs carrés. Représentons la différence des deux nombres par 2N; le plus grand sera 10 et 1N et le plus petit 10 moins 1N. La différence de leurs carrés doit être 80, mais elle est 48N; donc 40N doit faire 80, par conséquent N égale 2, et les deux nombres cherchés sont 12 et 8.

Il est évident qu'ici encore Diophante a préparé sa question de façon que les nombres inconnus fussent rationnels.

Il a pensé deux nombres au hasard, 12 et 8, il en a fait la somme 20, il a fait leurs carrés 144 et 64, dont la différence est 80, et il propose de les retrouver d'après ces conditions.

Sa méthode n'en est pas moins générale, mais il est évident

que ce qui l'empêche de la présenter convenablement est la crainte que le premier venu devienne ensuite aussi habile que lui.

Remarquons encore que Diophante se borne à dire que la différence entre $(10 + 1N)^2$ et $(10 - 1N)^2$ est $40N$, sans aucune explication.

Je pense que cela tient à ce qu'il n'a pas les démonstrations abstraites des règles qu'il applique

$$(10 + 1N)^2 = 100 + 20N + Q,$$

et

$$(10 - 1N)^2 = 100 - 20N + Q;$$

on ne trouvera ces démonstrations que dans Viète. Diophante tire sans doute ces règles des théorèmes d'Euclide, et il n'en dit rien, parce que l'aveu serait un peu humiliant.

Question XXXIII.

Trouver deux nombres dont la différence et le produit fassent deux nombres donnés.

Soient 4 la différence donnée et 96 le produit donné; supposons que la somme des deux nombres soit 2N, le plus grand sera 1N plus 2 et le plus petit 1N moins 2. Il faut maintenant que le produit soit 96, mais ce produit est 1Q moins 4; donc 1Q moins 4 doit faire 96; donc 1Q égale 100, d'où N égale 10; par suite les deux nombres sont 12 et 8.

Question XXXIV.

Trouver deux nombres ayant entre eux une raison donnée et tels que la somme de leurs carrés ait avec leur somme une autre raison donnée.

Chacun des deux nombres s'exprime au moyen de l'autre, puisque leur rapport est donné; il n'y a donc aucune difficulté.

Question XL.

Trouver deux nombres en raison donnée, et tels que le carré du plus petit soit en raison donnée avec la somme de ces deux nombres.

Supposons que le plus grand doive être triple de l'autre et que le carré du plus petit doive être double de la somme des deux. Soit 3 N le plus grand des deux nombres, le plus petit sera 1 N, et son carré sera 1 Q; quant à la somme des deux nombres, elle sera 4 N; il faut donc que 1 Q soit double de 4 N, ou que 1 Q égale 8 N; il en résulte que 1 N égale 8. Donc le plus petit des deux nombres est 8 et le plus grand 24, *et ils satisfont à la question.*

LIVRE II.

Question I.

Trouver deux nombres tels que leur somme ait une raison donnée avec la somme de leurs carrés.

La question est indéterminée, mais, dans le cours de la solution, Diophante ajoute la condition que les deux nombres cherchés aient entre eux une raison donnée.

Quant à la solution, elle est trop facile pour que nous la rapportions.

Question II.

Trouver deux nombres en raison donnée et tels que leur différence ait une raison donnée avec la différence de leurs carrés.

La raison de la différence des carrés des deux nombres à la différence de ces deux nombres est la somme des deux nombres; mais Diophante ne fait pas cette remarque, soit qu'elle ne se soit pas présentée à son esprit, ce qui serait étonnant, car le théorème lui était fourni par la Géométrie. soit qu'il n'ait pas voulu recourir à la Géométrie; quant au calcul algébrique. je crois qu'il ne le possède pas encore.

La même remarque s'applique à la question V, où l'on donne la raison de la différence des carrés de deux nombres à la somme de ces deux nombres.

Question III.

Trouver deux nombres en raison donnée, dont le produit ait une raison donnée avec leur somme ou avec leur différence.

Question IV.

Trouver deux nombres en raison donnée, dont la somme ait une raison donnée avec la somme de leurs carrés.

Question VI.

Trouver deux nombres, connaissant leur différence et l'excès de la différence de leurs carrés sur la différence donnée.

Diophante pourrait trouver immédiatement la somme des deux nombres, mais il ne procède pas ainsi, nouvelle preuve qu'il ne manie pas facilement le calcul algébrique.

Question VII.

Trouver deux nombres tels que la différence de leurs carrés surpasse la différence des deux nombres d'un nombre donné, et ait avec cette différence une raison donnée.

La solution comporte encore la même remarque.

Questions VIII à XVII.

Dans ces différentes questions on propose de diviser un carré donné en deux carrés, ou de diviser une somme de deux carrés en deux autres carrés, ou de trouver un nombre, qui, ajouté ou retranché à deux nombres donnés, en fasse des carrés, ou dont les excès sur deux nombres donnés soient des carrés; ou de diviser un nombre en deux parties qui, ajoutées à un carré, donnent des carrés, ou telles que si l'on en retranche un carré on trouve des carrés; ou de trouver deux nombres, en raison donnée, qui, ajoutés à un carré donné, produisent des carrés.

Toutes ces questions se résolvent de la même manière. Prenons par exemple la première, et soit 16 le carré qu'il faut partager en deux carrés. Diophante suppose le premier carré représenté par 1Q, dont le côté est 1N, et il prend pour le côté du second carré un multiple arbitraire de N, diminué du côté 4 du carré 16. Le second carré est donc formé d'un certain nombre de Q, diminué d'un certain nombre de N et augmenté de 16, et il doit être égal à 16 moins 1Q; en réduisant, comme 16 disparaît, il reste une égalité telle que

$$m\mathrm{Q} = n\mathrm{N},$$

ou

$$m\mathrm{N} = n,$$

ce qui donne pour N une valeur rationnelle.

Bachet de Méziriac dirait que c'est *plaisant et délectable;* je ne veux ni le contredire ni enchérir sur lui.

Les autres questions du second livre diffèrent des précédentes

quant à la forme, mais le fond reste toujours le même et la méthode de solution se reproduit toujours.

LIVRE III.

Les questions sont les mêmes, seulement au lieu de deux carrés il en faut trois.

Exemple :

Question IX.

Trouver trois nombres en progression arithmétique tels que leurs sommes deux à deux soient des carrés.

LIVRE IV.

Dans ce livre, les questions portent sur des cubes seuls, ou sur des cubes mêlés à des carrés.

Exemples :

Question I.

Diviser un nombre en deux cubes dont les côtés fassent une somme donnée.

Il serait superflu de remarquer qu'il ne divise pas la somme des cubes par la somme des nombres.

Question II.

Trouver deux nombres ayant une différence donnée et dont les cubes aient aussi une différence donnée.

Ou bien les questions portent sur quatre carrés, ou plus.

Exemples :

Question XXII.

Trouver quatre nombres en progression par différence, tels que leurs différences deux à deux soient des carrés.

Question XXXI.

Trouver quatre carrés dont la somme ajoutée à celle de leurs côtés produise un nombre donné.

LIVRE V.

Question I.

Trouver trois nombres en progression géométrique et tels que, retranchés d'un même nombre donné. ils produisent des carrés.

Question X.

Étant donnés trois carrés, trouver trois nombres dont les produits deux à deux fassent ces carrés.

Le livre se termine par une foule de problèmes dont les énoncés sont on ne peut plus gracieux. Tel est le problème des oranges offertes aux neuf Muses par les trois Grâces.

LIVRE VI.

La plupart des questions se rapportent à la détermination des côtés d'un triangle rectangle, sous des conditions diverses.

Exemples :

Question VIII.

Trouver un triangle rectangle dont l'aire ajoutée à la somme des côtés de l'angle droit fasse un nombre donné.

Question XII.

Trouver un triangle rectangle dont l'aire ajoutée à l'un ou l'autre des côtés de l'angle droit fasse un carré.

Il ne faudrait pas, de ces énoncés, tirer la conclusion que Diophante eût la notion des formules des mesures des surfaces et volumes. Les côtés de ses triangles sont exprimés par des nombres entiers et il ne sait, relativement à leurs aires, que ce que savaient tous les arpenteurs grecs, que si les côtés de l'angle droit d'un triangle rectangle sont, par exemple, cinq stades et huit stades, ce triangle contient vingt carrés d'un stade de côté.

LE LIVRE DES NOMBRES POLYGONAUX.

Ce livre a en partie pour objet d'éclaircir ce que Théon de Smyrne avait laissé dans le vague, et de démontrer ce qu'il se bornait à énoncer; mais Diophante y a joint un certain nombre de questions dont nous nous bornerons à citer un exemple.

Proposition X.

Un nombre étant donné, trouver de combien de façons il peut être considéré comme polygonal.

On voit que Diophante n'avait pas le sens bien net des conditions dans lesquelles une théorie peut présenter de l'intérêt.

On voit clairement par cette analyse ce dont on est redevable à Diophante et ce qu'il a laissé à faire.

On ne peut pas dire que l'Algèbre, même élémentaire, soit

sortie constituée de ses mains, et cependant on ne peut nier qu'elle n'y ait pris un développement très remarquable.

Assurément Archimède et Apollonius avaient, lorsque l'occasion s'en était présentée à eux, effectué des combinaisons tout aussi ingénieuses et souvent plus compliquées que celles qu'on trouve dans Diophante; je vais même plus loin : il est évident qu'aucun géomètre grec, si médiocre qu'il fût, ayant à construire deux lignes A et B connaissant leur somme C et la différence de leurs carrés, égale au carré d'une ligne D, n'aurait manqué de construire d'abord la différence des lignes cherchées, égale à la troisième proportionnelle à C et à D; et il se serait peu occupé de savoir si les cinq lignes seraient ou non commensurables entre elles. Mais dans Diophante ces transformations forment un faisceau méthodique, elles constituent une doctrine, sinon dans l'intention de l'auteur, du moins en fait.

Car si Diophante avait bien vu le but auquel il tendait, au lieu d'un millier de problèmes, peut-être, car il nous manque six de ses livres, il aurait simplement traité ces deux questions, qu'il pouvait parfaitement résoudre :

Question I.

Trouver deux nombres N et N', tels que

$$m\mathrm{N} \pm n\mathrm{N}' = p \quad \text{et} \quad q\mathrm{N} \pm r\mathrm{N}' = s.$$

Question II.

Trouver un nombre qui satisfasse à une condition telle que

$$m\mathrm{Q} \pm n\mathrm{N} = p.$$

Mais justement il évite toujours cette dernière question.

PAPPUS.

(Né probablement à Alexandrie vers 340)

Pappus avait composé plusieurs ouvrages qui ne nous sont pas parvenus; ce sont : un *Commentaire sur l'Almageste*, un *Commentaire sur les Éléments d'Euclide,* un *Commentaire sur l'Analemme de Diodore*. Peut-être en avait-il écrit d'autres dont nous n'avons pas même les titres. Il ne nous reste de lui que ses *Collections mathématiques,* d'ailleurs incomplètes. La traduction latine des six derniers livres de cet ouvrage a été publiée en 1588 par Commandin, qui croyait les deux premiers totalement perdus. Mais une partie du second a été retrouvée depuis, elle a été publiée à Oxford par Wallis en 1688. Cette partie a trait aux inventions arithmétiques d'Apollonius; nous nous en sommes servis dans l'article consacré à ce géomètre. Enfin, M. Hultsch a donné dernièrement (Berlin, 1876-1878) une nouvelle édition du grand ouvrage de Pappus, en grec et en latin.

Les *Collections mathématiques* paraissent avoir été écrites par Pappus pour offrir aux géomètres de son temps une analyse succincte des ouvrages les plus difficiles des anciens, et surtout les commentaires qui pourraient être nécessaires pour les entendre. Malheureusement nous n'y pouvons naturellement trouver que des indications fort vagues sur ce qu'il nous importerait le plus de connaître, c'est-à-dire sur les ouvrages qui ne nous sont pas parvenus, parce que ce qu'en dit Pappus, qui pouvait être très clair pour les contemporains, qui avaient les ouvrages entre les mains, demeure au contraire fort obscur pour nous ; d'ailleurs les préfaces de ses différents livres, qui contiennent ce qu'on pour-

rait appeler ses causeries historiques, sont précisément les parties qui ont le plus souffert : il y manque à chaque instant des mots, des phrases et peut-être des subdivisions entières. Ce qu'il disait des *Porismes* d'Euclide, notamment, est si défectueux qu'on peut à peine aujourd'hui savoir ce qu'étaient ces *Porismes*.

Au milieu de ses commentaires, Pappus établit en grand nombre des propositions fort intéressantes, dont voici quelques-unes : si un point mobile partant du pôle d'un hémisphère, parcourt d'un mouvement uniforme un quadrant perpendiculaire à la base, pendant que ce quadrant fait, d'un mouvement aussi uniforme, une révolution entière autour de l'axe, l'espace compris entre la circonférence de base et la spirale décrite, sera égal au carré du diamètre de la sphère. C'est le premier exemple que l'on ait eu d'une surface courbe exactement quarrable.

L'étude de la surface hélicoïde rampante lui suggère ces remarques curieuses : la section de cette surface par un plan passant par une génératrice se projette, sur un plan perpendiculaire à l'axe, suivant une quadratrice de Dinostrate, et la section faite par un cône de même axe se projette sur le même plan suivant une spirale d'Archimède.

La théorie des transversales lui doit plusieurs théorèmes remarquables :

1° Si quatre droites fixes issues d'un même point sont coupées par une transversale quelconque, en quatre points placés dans l'ordre a, b, c, d, le rapport du rectangle ayant pour côtés ad et bc au rectangle compris sous ac et bd sera constant. C'est le principe fondamental de la transformation des relations métriques dans les figures homographiques, ou corrélatives.

2° Si, un point pris dans le plan d'un triangle étant joint aux trois sommets, on mène à travers les six droites une transversale quelconque, le parallélépipède rectangle construit sur trois segments de cette transversale, déterminés par ses intersections avec les six droites, et n'ayant pas d'extrémités communes, sera égal au parallélépipède rectangle construit sur les autres segments.

3° Quand un hexagone a ses sommets placés trois à trois sur deux droites, les points de concours de ses côtés opposés sont en ligne droite. C'est un cas particulier du théorème de Pascal sur l'hexagone inscrit à une conique.

4° Si a et a', b et b', c et c' sont les points où une transversale quelconque coupe les deux couples de côtés opposés d'un quadrilatère et le couple de ses diagonales, le parallélépipède rectangle construit sur trois segments de la transversale, n'ayant pas d'extrémités communes, est égal au parallélépipède rectangle construit sur les autres segments, ce que nous traduirions par l'une des équations équivalentes

$$ab.b'c.c'a' = a'b'.bc'.c'a$$
$$ab'.bc.c'a' = ac.c'b'.ba'$$
$$ab'.bc'.ca' = ac'.cb'.ba'.$$

C'est le début de la théorie de l'involution, que Desargues a beaucoup étendue : les six points a et a', b et b', c et c', conjugués deux à deux, forment une involution.

Au reste Pappus ne se borne pas à démontrer les propositions que nous venons d'énoncer, il en fait au contraire de nombreuses applications. C'est ainsi, par exemple, qu'il établit la propriété

du quadrilatère complet, que chacune des diagonales est divisée harmoniquement par les deux autres.

C'est très certainement Pappus qui a découvert le théorème sur la constance du rapport des distances d'un point d'une conique à l'un de ses foyers et à la directrice correspondante. Il le démontre en effet avec des détails que n'eût pas comportés une simple citation.

Quant au théorème connu sous le nom de *Guldin*, il est énoncé dans les *Collections mathématiques,* comme nous le montrerons plus loin ; et il y a lieu de l'attribuer à Pappus, quoiqu'il ne le démontre pas : d'abord parce qu'il ne se trouve dans aucun ouvrage antérieur, mais surtout parce que Pappus, dans le passage où il en parle, paraît inviter les géomètres à en chercher la démonstration, ce qui prouve que le théorème était nouveau. Peut-être Pappus n'en avait-il pas une démonstration assez satisfaisante pour pouvoir la publier.

Descartes faisait beaucoup de cas de Pappus. Voici le jugement qu'il en porte : « Je me persuade que certains germes primitifs des vérités que la nature a déposées dans l'intelligence humaine, et que nous étouffons en nous à force de lire et d'entendre tant d'erreurs diverses, avaient dans cette simple et naïve antiquité, tant de vigueur et de force que les hommes éclairés par cette lumière de raison qui leur faisait préférer la vertu au plaisir, l'honnête à l'utile, encore qu'ils ne sussent pas la raison de cette préférence, s'étaient fait des idées vraies de la Philosophie et des Mathématiques, quoiqu'ils ne pussent pas encore pousser les sciences jusqu'à la perfection. Or, je crois rencontrer quelques traces de ces mathématiques dans Pappus et Diophante. » (*Règles pour la direction de l'esprit.*

Nous allons maintenant donner une analyse rapide des *Collections mathématiques*.

La traduction dont nous nous servons est celle de Commandin, rééditée en 1660, après sa mort, avec plus de soin que la première fois.

Cette édition ne contient encore que les six derniers livres; mais, comme nous l'avons déjà dit, nous avons, d'après Delambre, tiré de la partie du second livre, qui a été retrouvée depuis Commandin, ce qu'elle contenait d'intéressant, et nous n'y reviendrons pas.

LIVRE III.

Ce livre se compose de quatre petits traités distincts Le premier a trait au problème de l'insertion de deux moyennes proportionnelles. Pappus rappelle les solutions proposées par Ératosthène, par Nicomède et par Héron, et en donne ensuite une de lui.

Le second se rapporte à la construction des trois moyennes arithmétique, géométrique et harmonique entre deux longueurs. Pappus s'ingénie à réunir dans une même figure les solutions des trois problèmes.

Dans le troisième, Pappus se livre, on ne sait trop pourquoi, à une amplification sur la proposition d'Euclide, que la somme des distances d'un point de l'intérieur d'un triangle aux extrémités d'un côté est moindre que la somme des deux autres côtés. Il trouve admirables, puis très admirables, et enfin beaucoup plus admirables des lemmes un peu enfantins, dont voici le plus remarquable : On peut trouver dans l'intérieur d'un triangle non isoscèle des points tels que deux droites menées de l'un d'eux à

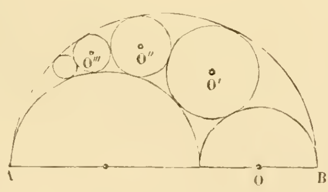
deux points de la base fassent une somme plus grande que celle des côtés qui les entourent.

Le quatrième a pour objet la construction des cinq polyèdres réguliers et leur inscription dans la sphère. La solution indiquée par Pappus diffère, quant à la méthode, de celle qui se trouve dans le treizième livre des *Éléments* d'Eucilde.

LIVRE IV

Pappus s'y occupe d'abord du problème du cercle tangent à trois cercles tangents deux à deux extérieurement. A ce propos, il considère la figure nommée chez les anciens *arbelos* (*serpe*, *serpette*) dont Archimède s'était occupé dans ses lemmes, et qui se compose d'une suite indéfinie de circonférences tangentes à deux demi-circonférences et tangentes entre elles, comme l'indique la *fig.* 1.

Fig. 1.



La hauteur du centre O de la première circonférence, au-dessus de la base AB de l'arbelos, est zéro fois le diamètre de cette première circonférence; la hauteur du centre O′ de la seconde circonférence, au-dessus de la même base, est double du diamètre de cette seconde circonférence; la hauteur de O″ est triple du diamètre de O″; ensuite, le rapport devient 4, 5, 6, ...

Pappus revient ensuite sur les théories de la spirale d'Archimède, de la conchoïde de Nicomède et de la quadratrice de Dinostrate. Il développe les applications que l'on peut faire de ces courbes à la solution des problèmes de la rectification du cercle, de la trisection de l'angle, etc.

C'est dans ce livre que Pappus démontre les théorèmes que nous avons énoncés plus haut sur la spirale sphérique et sur la surface hélicoïde rampante, ou la surface de la vis à filet carré.

LIVRE V.

Pappus démontre d'abord que, de tous les polygones isopérimètres d'un même nombre de côtés, le plus grand est le polygone régulier, ce qui avait été fait par Zénodore; mais il étend les mêmes propositions aux solides.

Pour cela, il commence par refaire la théorie de la sphère, et il est remarquable que cette théorie est celle qui a prévalu dans l'enseignement moderne.

Il commence par évaluer la surface engendrée par un contour polygonal régulier tournant autour d'un diamètre du cercle circonscrit. Il trouve que cette surface est celle du cercle dont le rayon peut ce qui est contenu sous le diamètre du cercle inscrit au contour polygonal, et sous la projection de ce contour sur l'axe de révolution.

Il en conclut que la surface d'une zone sphérique est égale à celle du cercle dont le rayon peut ce qui est contenu sous le diamètre de la sphère et la hauteur de la zone.

Il démontre ensuite que le volume engendré par un triangle tournant autour d'un axe passant par un de ses sommets est égal à celui du cône qui aurait pour base un cercle égal à la surface

engendrée par l'un des côtés mobiles du triangle, et pour hauteur la hauteur du triangle correspondant à ce côté pris pour base.

Il en conclut, moyennant des théorèmes que nous n'énonçons pas, que le volume de la sphère est celui du cône qui aurait pour base un cercle égal à la surface de la sphère et pour hauteur le rayon de la sphère.

Il reprend alors la théorie des polyèdres réguliers, pour en comparer les éléments linéaires au rayon de la sphère circonscrite, et termine par faire voir que les volumes des cinq polyèdres réguliers inscrits dans une même sphère croissent avec le nombre de leurs faces.

LIVRE VI.

Ce livre se compose exclusivement de rectifications et d'additions aux *Sphériques* de Théodose, et de commentaires sur le *Traité des distances* d'Aristarque de Samos et sur le *Traité des phénomènes* d'Euclide.

LIVRE VII.

C'est dans la préface de ce livre que se trouvent les appréciations, malheureusement trop incomplètes, de Pappus, sur les traités des géomètres antérieurs, relatifs à la recherche des lieux : les *Données* et les *Porismes* d'Euclide, les traités d'Aristée, d'Apollonius et autres.

C'est aussi dans cette préface que, sous le titre : *Les huit livres d'Apollonius*, se trouve l'énoncé du fameux problème du lieu à trois, à quatre ou à un nombre quelconque de droites, problème qui avait été abordé par Euclide, sans trop de bonheur, à ce que disait Apollonius, à propos duquel celui-ci se montre très fier,

dit Pappus, et qui a donné à Descartes l'occasion d'imaginer son système de coordonnées et la Géométrie analytique.

Ce problème, si l'on donnait trois droites, consistait à trouver le lieu des points tels que le rectangle des lignes menées de l'un d'eux, parallèlement à des directions données, aux deux premières droites, fût en raison donnée avec le rectangle d'une ligne constante et de la ligne menée du même point à la troisième droite, également sous une direction donnée ; si l'on donnait quatre droites, il fallait que le rectangle des lignes menées d'un point du lieu aux deux premières droites fût en raison donnée avec le rectangle des lignes menées aux deux autres; si l'on donnait cinq ou six droites, il fallait que le parallélépipède rectangle construit sur les lignes menées aux trois premières droites, fût en raison donnée avec le parallélépipède rectangle construit sur les deux dernières lignes et une constante, ou sur les trois dernières lignes.

Si l'on donne plus de six droites, ajoute Pappus, *comme il n'existe pas de chose contenue sous plus de trois dimensions*, la condition sera que la raison composée des raisons qu'ont les lignes menées aux droites du premier groupe avec les lignes menées aux droites du second groupe, si les droites données sont en nombre pair, ou, dans le cas contraire, avec les lignes menées aux droites du second groupe et une ligne constante, soit égale à une raison donnée.

Cela montre d'abord que du temps de Pappus l'Arithmétique et la Géométrie n'avaient pas encore fait alliance. Mais cela prouve aussi, comme je l'ai déjà remarqué, que Pappus savait parfaitement que la raison composée de plusieurs raisons ne change pas lorsqu'on échange entre eux d'une manière quelconque les antécédents ou les conséquents des raisons composantes, sans quoi

il eût certainement pris soin de préciser l'ordre dans lequel on supposerait accouplées, pour former les raisons composantes, les lignes menées du point du lieu aux droites du premier et du second groupe. Car, autrement, le problème du lieu à $2n$ droites lui aurait paru devoir comporter bien des solutions.

Je ferai remarquer ici que ce principe de l'interversibilité entre deux des antécédents ou des conséquents des raisons qui peuvent concourir à former une raison composée, se présentait de lui-même avec évidence, pour les anciens, lorsqu'il ne s'agissait que de deux ou de trois raisons, parce qu'ils n'abandonnaient jamais le point de vue concret. En effet, Euclide démontre que la raison de deux parallélépipèdes rectangles est la raison composée des raisons des arêtes de l'un aux arêtes de l'autre; mais deux parallélépipèdes n'ont entre eux qu'une raison, tandis que à l'une des arêtes de l'un, considérée comme hauteur, par exemple, on peut adjoindre chacune des arêtes de l'autre, pour lui faire jouer le même rôle.

C'est là un exemple de l'éternel avantage que les considérations concrètes auront toujours sur les considérations abstraites, au point de vue du degré d'évidence dans les démonstrations.

Malheureusement, le domaine concret est borné, de sa nature, par exemple, aux trois dimensions, en Géométrie.

Comment Pappus se rendait-il compte de l'exactitude du même théorème dans le cas d'une raison composée de plus de trois raisons; je n'en sais rien; peut-être n'était-ce que par induction. Mais il est certain, et c'est la seule chose que j'aie voulu prouver, qu'il n'avait aucun doute au sujet de ce théorème.

Cette préface se termine par le passage célèbre où l'on voit, avec raison, un énoncé du théorème de Guldin.

Ce passage est extrêmement obscur, parce que quelques mots, peut-être quelques lignes ont été effacés si malheureusement, que les idées ne se suivent plus. Cependant on y trouve certainement le sens que donne Montucla : *Les figures décrites par une révolution complète ont une raison composée de celle de ces figures et de celle des lignes semblablement tirées de leurs centres de gravité sur l'axe, et la raison de celles décrites par une révolution incomplète est celle des figures tournantes et des arcs décrits par leurs centres de gravité.* (Montucla aurait dû dire, dans le dernier membre de phrase : *est la raison composée de celle des figures tournantes et de celle des arcs décrits par leurs centres de gravité.* Il a momentanément oublié qu'il prenait la parole au nom d'un ancien.)

Au reste, voici ce passage, d'après Commandin et d'après M. Hultsch :

« *Perfectorum utrorumque ordinum proportio composita est ex proportione amphismatum, et rectarum linearum similiter ad axes ductarum a punctis, quæ in ipsis gravitatis centra sunt. Imperfectorum autem proportio composita est ex proportione amphismatum, et circumferentiarum, a punctis, quæ in ipsis sunt centra gravitatis, factarum. Harum circumferentiarum proportio dividitur in proportionem ductarum linearum, et earum, quas continent ipsarum extrema ad axes... angulorum.*

Ce latin, quoique déjà moins mauvais que celui du moyen âge, brave encore tellement toutes les règles grammaticales, qu'il est absolument intraduisible; mais on y voit bien cependant à peu près le sens donné par Montucla.

M. Hultsch, dans sa traduction, ajoute quelques mots, placés entre parenthèses :

« *Figuræ perfectâ rotatione genitæ proportionem habent compositam, et ex rotantibus et ex rectis similiter ad axes ductis a gravitatis centris, quæ in rotantibus sunt.* (*Figuræ*) *imperfectâ* (*rotatione genitæ proportionem habent compositam*) *ex rotantibus et ex arcubus quos centra in his gravitatis descripserunt. Sed, horum arcuum proportionem apparet compositam esse et ex ductis* (*ad axes*) *et ex angulis quos harum extremitates continent, si ad axes figurarum rotatione genitarum sint.* »

Enfin, M. Léon Rodet a bien voulu nous communiquer sa traduction faite sur le grec :

« Le rapport des rotations complètes est composé à la fois de celui des figures tournantes, et de celui des droites semblablement menées sur les axes, de leurs centres de gravité. Celui des (rotations) incomplètes (est composé) de celui des figures tournantes et de celui des arcs qu'ont décrit les centres de gravité de ces figures; et le rapport de ces arcs est évidemment composé de celui des droites menées, et des angles compris entre les extrémités de ces droites, quand bien même ces extrémités seraient tout auprès des axes de rotation. »

Nous avons déjà dit que nous admettons que Pappus ait le premier entrevu cette belle proposition; mais il est bien singulier qu'il n'ait pas pris la peine de la démontrer; d'autant qu'il en avait au moins deux occasions toutes naturelles : l'une dans son huitième livre, consacré à la Mécanique, et l'autre dans le cinquième, où il refait précisément la théorie des surfaces et volumes engendrés par des lignes ou des surfaces tournantes.

Le septième livre, dont nous venons d'analyser la préface, se compose de 238 lemmes relatifs :

Aux *Porismes* d'Euclide et aux *Lieux à la surface*, du même géomètre;

Au *Traité de la section déterminée;*

Au *Traité des lieux plans;*

Aux deux traités : *Des inclinaisons et Des contacts;*

Enfin, aux huit livres des *Coniques* d'Apollonius.

Les plus importants sont ceux, au nombre de 38, qui se rapportent aux *Porismes* d'Euclide. C'est parmi ces lemmes que se trouvent les propositions relatives à l'involution des six points de rencontre d'une transversale quelconque avec les côtés d'un quadrilatère et ses diagonales; à l'hexagone inscrit dans une conique réduite à deux droites; au rapport anharmonique; à la polaire d'un point par rapport à un cercle, considérée comme lieu des points conjugués harmoniques de ce point par rapport aux points de rencontre du cercle avec une transversale quelconque menée par ce pôle.

Nous avons vu qu'Apollonius considère sous le même point de vue la corde des contacts des tangentes menées d'un point extérieur à une conique quelconque. Pappus ne s'occupe ici que du cercle, quoique, évidemment, il connaisse parfaitement le théorème d'Apollonius. Cette circonstance semble indiquer que le théorème relatif au cercle se trouvait déjà dans Euclide.

Il convient de signaler encore dans la même partie du septième livre un théorème remarquable, qui suggère immédiatement une méthode de transformation des figures, analogue à celle que Poncelet a déduite de la considération des pôles et polaires par rapport à une conique. Voici ce théorème, qui constitue le lemme XVII sur les *Porismes* :

Soient deux droites qui se coupent, OX et OY, et deux points fixes, P et Q, arbitraires, mais tels que la droite PQ passe par le point O. Si l'on prend un point quelconque C dans le plan de la figure, qu'on joigne CP, qui rencontre OX en A, et CQ, qui rencontre OY en B; enfin qu'on joigne AB, la droite AB sera liée au point C; et, réciproquement, le point C sera lié à la droite AB, car si l'on se donnait AB, les droites PA et QB détermineraient le point C par leur intersection. Or, et c'est en cela que consiste le théorème, si l'on fait décrire au point C une droite UV, la droite AB pivotera autour d'un point fixe T, qui sera lié à UV absolument comme le point C l'est à AB, c'est-à-dire qu'on obtiendrait ce point T en marquant les points de rencontre U et V de UV avec OX et OY, et joignant PU et QV, qui concourraient en T; d'où il résulte que, si T décrivait une ligne droite, UV passerait aussi par un point fixe.

Ainsi à une droite correspond un point, que l'on peut appeler son conjugué, et à un point correspond une droite, qui sera, si l'on veut, sa conjuguée. Alors le théorème s'énonce ainsi : Si une droite tourne autour d'un point fixe, son conjugué décrit une droite qui n'est autre que la conjuguée de ce point fixe.

Il est curieux de remarquer que Poncelet a retrouvé ce théorème de Pappus comme une conséquence de la *Théorie des transversales*. Il l'énonce comme nous venons de le faire, pages 232 et 233 du tome II de son *Traité des propriétés projectives des figures*. Il ignorait, au reste, que ce théorème se trouvât dans Pappus.

Il ajoute : « Si l'on remplace la directrice linéaire du sommet C par une courbe quelconque du degré m, le côté AB enveloppera une autre ligne que la discussion apprend être généralement du

degré $m(m-1)$ et qui sera réciproquement le lieu des sommets C correspondant aux tangentes de la courbe proposée.

« Il paraît fort inutile que nous nous appesantissions sur ce nouveau mode de transformation des figures, puisqu'il n'aurait, sur celui qu'offre la théorie des polaires réciproques, guère d'autres avantages que ceux qui peuvent résulter d'un peu plus de simplicité dans les constructions et l'exposition des principes. »

Ainsi, d'après Poncelet lui-même, le théorème de Pappus suggérerait immédiatement une méthode de transformation des figures, plus avantageuse que la méthode des polaires réciproques et entièrement analogue. Mais Pappus n'avait pas songé à l'application qu'on peut faire de son théorème. Ajoutons en terminant que cette méthode de transformation n'aurait pas aujourd'hui d'intérêt, parce qu'elle dépend, comme cas particulier, de la *Théorie générale des figures corrélatives.*

Ce curieux rapprochement nous a été indiqué par M. Rouché, à qui nous devons beaucoup d'autres observations que nous avons été heureux d'utiliser.

Nous passons aux lemmes relatifs aux traités *De la section déterminée* et *Des lieux plans* d'Apollonius. Ce sont des théorèmes où l'involution de six points se présente de nouveau dans des circonstances diverses et particulières. La proposition LXI et les suivantes ont pour objet la solution d'un problème de maximum, que Fermat a pris pour exemple dans l'exposition de sa méthode *De maximis et minimis*. Il s'agit de trouver, sur une droite contenant quatre points, a et a', b et b', un point m tel que la raison des rectangles $(am, a'm)$ et $(bm, b'm)$, soit une raison donnée, et d'examiner les cas où le problème devient impossible.

Nous remarquons parmi les lemmes relatifs au traité *De tactionibus* la proposition CXVII, où Pappus donne la solution du problème d'inscrire à un cercle un triangle dont les côtés passent respectivement par trois points donnés. Mais le cas qu'il examine est celui où les trois points donnés sont en ligne droite.

Enfin, parmi les lemmes relatifs au traité des *Lieux à la surface,* nous trouvons, proposition CCXXXVIII, la démonstration de la propriété des coniques d'être les lieux des points dont les distances à un point fixe et à une droite fixe sont dans un rapport constant, propriété qui avait échappé à Apollonius, au moins pour l'ellipse et l'hyperbole, car il la démontre pour la parabole.

LIVRE VIII.

Ce livre, comme nous l'avons déjà dit, se rapporte à la Mécanique. On lit dans la préface qu'Archimède avait écrit un livre sur l'art de construire des sphères matérielles; que Héron l'Ancien avait imaginé une horloge d'eau, etc.

Pappus débute par quelques propositions sur les centres de gravité; en voici une :

Si l'on partage les côtés d'un triangle en raison donnée, le triangle, qui a pour sommets les trois points de division, a même centre de gravité que le triangle primitif.

On trouve un peu plus loin un exemple singulier de confusion d'idées : Pappus se propose, *connaissant la force qui peut mouvoir un corps sur un plan horizontal, de trouver celle qui le mouvrait sur un plan incliné.* La démonstration, bien entendu, est inintelligible; voici le résultat auquel il parvient : S'il faut

40 hommes pour traîner un corps sur un plan horizontal, il en faudra 300 pour le traîner sur un plan faisant avec l'horizon les deux tiers d'un droit.

Il s'agit ensuite d'élever un poids donné avec une force donnée. Pappus résout la question au moyen d'un système de roues engrenant avec des pignons concentriques.

Il traite assez bien, à ce propos, la question de deux roues dentées engrenant l'une avec l'autre : il faut que les longueurs des circonférences, ou celles des diamètres soient proportionnelles aux nombres des dents des deux roues, et les vitesses de rotation de ces roues sont en raison réciproque de leurs nombres de dents. Mais il ne pose pas la question de la figure des profils des dents.

Une question incidente l'amène ensuite à se proposer de faire passer une ellipse par cinq points donnés et d'en construire les axes.

Un peu plus loin, il résout deux questions que l'on peut dire appartenir à la *Géométrie descriptive :* la première a pour objet de déterminer la trace sur un plan horizontal d'un plan défini par les projections de trois de ses points sur ce plan horizontal et par leurs hauteurs au-dessus de ce même plan horizontal; la seconde est de déterminer les points de rencontre d'une droite et d'une sphère. Il emploie pour cela une méthode entièrement identique à celle des plans cotés, sauf que les déterminations arithmétiques de quatrièmes proportionnelles sont naturellement remplacées par des constructions.

Le livre se termine par la description des machines au moyen desquelles un poids donné peut être élevé par une force donnée; ce sont : la vis engrenant avec une roue à dents obliques, κοχλιας, *cochlea;* le cric de Héron, βαροῦλκος; le treuil, εριτροχιον, *axis in*

peritrochio, roue à manettes traversée par l'arbre horizontal sur lequel est enroulée la corde qui supporte le fardeau ; le levier, μοχλος, *vectis;* la moufle, πολύσπαστος, *polyspastus ;* le coin, σφην, *cuneus;* le chariot, χελώνη, tortue; le cabestan, ἐργάτη; enfin une sorte de grue très compliquée à laquelle il ne donne pas de nom.

L'analyse que nous venons de faire de ses travaux justifie pleinement l'estime dans laquelle Pappus a été tenu par tous les géomètres modernes, depuis Descartes.

Le grand mérite dans les sciences est bien moins de résoudre les questions posées, ce qui n'est jamais bien difficile, que d'imaginer les questions utiles à résoudre, c'est-à-dire celles qui formeront plus tard des têtes de chapitres. Or, Pappus a eu ce mérite : il a ouvert un grand nombre de voies qui toutes ont été ensuite parcourues avec fruit.

Mais il doit m'être permis de dire mon sentiment à l'égard de ses découvertes : je n'en méconnais pas le mérite, mais je n'y vois pas ce caractère de grandeur qui me frappe dans les travaux d'un nombre assez considérable d'autres géomètres. Il me semble que ce que l'on nomme aujourd'hui, un peu pompeusement, *Méthodes en géométrie*, ne sont guère que des chemins conduisant à des oasis. Chacune de ces méthodes suggère bien une infinité de théorèmes spéciaux, quelquefois intéressants, mais tous compris dans une même série, et les différentes séries couvrent, dans le champ de la Science, des espaces qui ne se rejoignent pas, de sorte que, s'il se présente une question nouvelle, imposée par la théorie, il y a toujours beaucoup plus de chances pour qu'elle

n'appartienne à aucune des séries que pour qu'une des méthodes dont il s'agit puisse en faciliter la solution.

A quelque époque que l'on appartienne, il y a toujours quelque grande chose à faire et qu'il soit possible de faire : du temps de Pappus, il y avait à créer l'Algèbre, la Géométrie analytique et la Dynamique; or, on peut dire que ces trois sciences ont été fondées presque au lendemain de sa mort, car les douze cents ans qui séparent Pappus de Viète, de Descartes et de Galilée ne sont qu'une longue nuit. Non seulement ni Viète, ni Descartes, ni Galilée n'ont eu à leur disposition d'autres ressources que celles qu'avait Pappus, mais même ils se trouvaient dans un milieu bien moins favorable.

JULES L'AFRICAIN (SEXTUS JULIUS AFRICANUS).

(IVe siècle).

Il avait laissé une chronologie dont on trouve quelques fragments dans Eusèbe et les Pères de l'Eglise, et un ouvrage sur l'art militaire intitulé *Cestes,* qui a été publié dans les *Mathematici veteres* et dont Guischardt a donné une traduction française dans ses *Mémoires Critiques et Historiques.*

Voici, d'après Jules l'Africain, la composition du feu grégeois : « prenez parties égales de soufre natif, de salpêtre, de pyrite kerdonnienne (composé de soufre et d'antimoine), broyez le tout dans un mortier. Ajoutez-y du suc de sycomore noir et de l'asphalte liquide, mélangez de manière à obtenir une masse pâteuse; enfin ajoutez un peu de chaux vive, mettez ce mélange

dans des boîtes d'airain fermées et conservez-le à l'abri des rayons du soleil. »

HYPATHIA.

(Née à Alexandrie vers 370, morte en 415.)

Elle était fille de Théon d'Alexandrie, sous les yeux de qui elle étudia la Géométrie et l'Astronomie. Elle visita Athènes et y demeura quelque temps pour suivre les leçons des maîtres qui y enseignaient encore la philosophie de Platon.

De retour à Alexandrie, elle prit part à l'enseignement des Sciences au Muséum; elle enseignait les Mathématiques et leurs applications.

Elle était restée païenne ainsi que son père et son mari Isidore. Il paraît qu'elle soutenait de ses conseils le gouverneur de la ville, Oreste, dans sa lutte contre les tendances envahissantes de l'évêque Cyrille.

La mort violente et inexpliquée d'un nommé Hiérax, qui dirigeait une école chrétienne dans la ville, amena un soulèvement populaire que les ennemis d'Hypathia dirigèrent contre elle.

Arrêtée par la populace, au moment où elle rentrait chez elle, venant du Muséum, elle fut traînée devant une église et lapidée; son corps fut ignominieusement lacéré et les morceaux en furent traînés par la ville.

Hypathia avait écrit des commentaires sur les *Arithmétiques* de Diophante, sur les *Coniques* d'Apollonius et sur la *Syntaxe* de Ptolémée. Ces ouvrages ne nous sont pas parvenus.

PROCLUS.

(Né à Constantinople en 412, mort en 485.)

Il commença son éducation littéraire au Lycée et alla l'achever à Alexandrie, où, après avoir entendu les leçons de divers professeurs, il s'attacha définitivement à la philosophie pythagoricienne, renouvelée dans l'école de Platon.

Il vint à Athènes avec un de ses professeurs, Syrianus, qui allait y prendre la direction de l'école de Platon et lui succéda peu de temps après dans cette fonction, qu'il exerça pendant trente-cinq ans.

Il a laissé un grand nombre d'ouvrages de philosophie et des commentaires sur les principaux géomètres grecs, commentaires qui n'ont servi qu'à fixer quelques faits et quelques dates. Ses commentaires sur le 1er livre des Éléments d'Euclide ont été édités par Friedlein en 1873.

Persécuté par les chrétiens, il disait : Que m'importe le corps ! c'est l'esprit que j'emporterai avec moi en mourant.

VICTORIN OU VICTORIUS D'AQUITAINE.

(Astronome du Ve siècle.)

Vers 465, le pape Hilaire recourut à lui pour rétablir l'ordre dans le Calendrier et fixer l'époque du jour de Pâques. Victorin combina le cycle lunaire de Méthon, de 19 ans, et le cycle solaire de 28 ans et forma une période de 532 ans (19×28), au bout de laquelle, suivant ses idées, la lune pascale devait revenir au

même mois et au même jour de la semaine. Un abbé romain, Denys, fit adopter quelques changements à la proposition de Victorin et donna son nom à la nouvelle période, qui fut appelée dionysienne.

Victorius a écrit un petit traité d'Arithmétique intitulé : *Calculus,* dont M. Kinkelin a donné un compte rendu dans les *Actes de la Société des naturalistes* de Bâle.

CAPELLA (MARTIANUS).

(Né probablement à Carthage au ve siècle.)

Son *Satyricon,* divisé en huit livres, dont les derniers se rapportent à la Géométrie, à l'Arithmétique, à l'Astronomie et à la Musique, a fourni en partie le fond de l'enseignement dans les écoles du moyen âge, jusqu'à la Renaissance.

Un chapitre du livre relatif à l'Astronomie est intitulé : *Quod Tellus non sit centrum omnibus planetis;* l'auteur y affirme que Vénus et Mercure tournent autour du Soleil et non autour de la Terre.

Copernic n'a pas dédaigné d'invoquer l'autorité de Capella pour faire accepter son système; mais l'idée de Capella est simplement de faire passer par le Soleil les déférents de Vénus et de Mercure; il n'a pas étendu son hypothèse aux autres planètes, ce qu'il eût pu faire sans contredire pour cela Ptolémée.

Le *Satyricon* a eu trois éditions depuis l'invention de l'imprimerie : la dernière a été donnée à Francfort en 1836.

BOËCE.

(Né à Rome vers 470, mort en 526.)

Il appartenait à l'une des plus illustres familles de l'aristocratie romaine. Après avoir achevé son éducation à Rome, il fut, dit-on, envoyé à Athènes pour y suivre les leçons des maîtres qui y enseignaient alors, et aurait notamment étudié sous Proclus.

A son retour, il fut nommé patrice et le Sénat le chargea de haranguer Théodoric, lors de son entrée dans Rome.

Boëce obtint d'abord la faveur de Théodoric et fut mis par lui aux postes les plus importants de l'État; mais il gouvernait sagement, comme un philosophe, et son impartialité ne pouvait être goûtée des barbares. Il fut accusé devant le roi de soutenir injustement la population soumise et de comploter avec l'empereur d'Orient la ruine de la domination des Ostrogoths en Italie.

Théodoric résista longtemps aux suggestions de ses compagnons d'armes, mais finit par céder et par livrer Boëce à ses ennemis : l'infortuné philosophe subit un supplice horrible.

Il avait traduit un grand nombre d'ouvrages d'Aristote, de Platon et d'autres philosophes grecs. Outre le livre *De la consolation*, il a laissé un traité d'*Arithmétique*, un traité de *Géométrie* et un traité de *Musique*.

Une édition de ses œuvres a été publiée à Venise en 1491.

M. Chasles lui a prêté l'invention ou au moins la connaissance de notre système de numération décimale; cette opinion a été hautement combattue par M. Libri.

D'après M. Chasles, Boëce se servait, sous le nom d'*apices*, de caractères nommés *igin*, *andras*, *ormis*, *arbas*, *quimas*, *calcis*, *zenis*, *temenias* et *celentis* correspondant à nos chiffres 1, 2, 3, 4,

5, 6, 7, 8, 9; quant à l'*abacus*, ce serait un tableau divisé par des lignes horizontales et verticales, formant des cases dans lesquelles devaient être inscrits ces caractères, de façon que les unités de même ordre des différents nombres sur lesquels devait porter l'opération à effectuer, se trouvassent dans une même colonne verticale; la case correspondant à un certain ordre d'unités devait être passée, lorsque le nombre manquait de cet ordre d'unités.

Les opérations, d'ailleurs, se seraient faites sur ce tableau, comme nous les faisons aujourd'hui.

D'après le même géomètre, le zéro n'aurait pas tardé à apparaître sous le nom de *sipos*, de sorte que les occidentaux auraient eu, longtemps avant leurs relations avec les Arabes, un système de numération écrite, entièrement identique à celui dont nous nous servons aujourd'hui.

D'après M. Libri, tout cela ne serait que chimères et visions. Notre système de numération, d'origine hindoue, nous serait venu des Arabes au XIIe siècle; tous les écrivains de cette époque le disent; tous les traités d'Arithmétique le proclament; la question ne saurait donc être douteuse.

Cependant les preuves alléguées par M. Chasles sont tirées d'anciennes copies manuscrites de l'Arithmétique de Boëce, qu'il paraît avoir étudiées avec soin ; et il serait difficile d'admettre que ce qu'il dit y avoir vu ne s'y trouve pas. Tout au plus pourrait-on prétendre que les manuscrits en question contiendraient des intercalations faites depuis Boëce. Mais cette hypothèse présente encore des difficultés parce que Boëce, d'après M. Chasles, attribuerait la connaissance de ce système aux Grecs (à quelques Grecs bien peu nombreux sans doute, car aucun ouvrage grec antérieur à Boëce, écrit à Athènes, à Alexandrie ou à Constanti-

nople n'en fait mention, et Eutocius même n'y fait pas allusion).

Que conclure? Je crois avec M. Libri que notre système de numération nous vient des Hindous et je pense que M. Chasles se trompe en lui donnant une origine grecque ou latine. Mais je ne vois pas pourquoi Boëce, qui avait voyagé en Orient, n'aurait pas pu être initié à l'Arithmétique des Hindous par un marchand grec de Constantinople, que ses voyages auraient conduit dans l'Inde.

On objecte, il est vrai, que Boëce est antérieur à Aryabhata: mais il n'est guère probable qu'Aryabhata ait découvert seul tout ce qui se trouve dans son ouvrage où, sans doute, se trouvent bien des choses connues avant l'auteur en Hindoustan.

Cependant, pourquoi la tradition ne ferait-elle remonter qu'au XIIe siècle l'introduction du système décimal de numération parmi les nations occidentales? Pourquoi surtout cette introduction aurait-elle été regardée alors comme un événement tout nouveau, pourquoi aurait-elle fait époque? Cela s'expliquerait peut-être parce que, à partir de Boëce, les ténèbres n'avaient fait que s'épaissir sur toute l'Europe, jusqu'à l'invasion de l'Espagne par les Arabes, et que les connaissances qu'il avait pu acquérir en Grèce, n'ayant pas eu le temps de se répandre, avaient fini par ne plus laisser de traces.

M. Chasles, à l'appui de cette opinion, cite un *Traité de l'Abacus*, de Raoul évêque de Laon, mort en 1132, où il serait dit que *ce système de numération était tombé dans l'oubli chez les nations occidentales*, *et que Gerbert et Hermann l'avaient remis en pratique.*

Je ne vois d'invraisemblable dans tout cela que l'idée de M. Chasles d'attribuer une origine grecque ou latine à notre

système de numération et de pousser l'exagération de son système jusqu'à se demander sérieusement, à propos de l'*Arenaire*, si Archimède ne connaissait pas le système de l'Abacus.

Si M. Chasles avait seulement voulu dire qu'Archimède connaissait l'Αβαξ comptoir, damier, buffet, qui est dénommé dans le premier vers du *jardin des racines grecques*, sorte de machine à calculer dont on a retrouvé des spécimens dans diverses contrées, notamment à Salamine, qui paraît avoir été employée à peu près partout dans l'antiquité, par les commerçants, et qui l'est encore en Chine, son hypothèse serait plus que probable. Mais je ne pense pas que ce soit ce qu'a voulu dire M. Chasles, car alors il ne s'agirait plus d'un fait scientifique comparable à l'invention de la méthode qui permit d'écrire tous les nombres avec neuf caractères seulement et le zéro.

Il ne s'agit pas en effet de la numération parlée des Grecs, qui fut toujours décimale, il s'agit de leur numération écrite. Or que les Abax, dans les colonnes ou les rainures desquels on faisait mouvoir des cailloux ou des jetons portant des marques distinctives, rappelassent la numération parlée décimale, cela n'aurait même pas lieu d'étonner, mais ne prouverait rien pour la numération écrite.

Au reste, on voit quelquefois les nations perfectionner leurs méthodes, jamais on ne les voit en changer totalement les bases. Je suis assurément bien éloigné de vouloir faire aux Grecs, même à Pappus et à Eutocius, l'injure de croire qu'ils n'eussent pas été mille fois capables d'inventer le système décimal de numération, avec les neuf chiffres et le zéro, si leur manière d'être et de penser les eût davantage portés aux spéculations arithmétiques. Il ne faut pas pour cela beaucoup de génie et ils auraient pu en re-

vendre aux Latins de la décadence, aux Hindous, aux Arabes et à tous nos abacistes; ce qu'il fallait c'était une certaine disposition d'esprit, dépendant d'une certaine conformation cérébrale.

Si les Grecs avaient eu l'idée de réformer leur système de numération, ils n'auraient certainement pas imaginé des signes particuliers pour représenter les neuf premiers nombres. Ils auraient pour cela conservé leurs neuf premières lettres, dont l'usage était populaire, et les auraient simplement reproduites aux dizaines, au lieu de prendre les lettres suivantes, devenues inutiles, par l'invention du zéro. C'est toujours ainsi que se fait le progrès dans l'intérieur d'une même nation : car il faut nécessairement enter le nouveau sur l'ancien, pour le faire accepter ; l'histoire des novateurs le dit assez : tous ceux qui n'ont pas suivi ce précepte ont été lapidés, pendus, brûlés, ou au moins torturés, physiquement ou moralement.

La partie mathématique des œuvres de Boëce a été publiée à Leipzig en 1867 par G. Friedlin.

ANTHEMIUS.

(Né à Tralles en Lydie, mort à Constantinople en 534.)

Il fut appelé à Constantinople par l'empereur Justinien pour y construire l'église de Sainte-Sophie. On lui attribue une expérience sur la force élastique de la vapeur d'eau et le sifflement qu'elle produit en s'échappant par une petite ouverture. Il paraît avoir eu l'idée d'employer la propriété de la tangente à l'ellipse,

par rapport aux rayons vecteurs menés des foyers au point de contact, pour construire un réflecteur ellipsoïdal.

Il a laissé un ouvrage intitulé *Des engins merveilleux*.

ARYABHATA.

(Né en 475, mort vers 550.)

Il habitait la *Cité des fleurs*, Pataliputra, aujourd'hui Patna, où l'on suppose qu'il enseignait les Mathématiques. Pataliputra avait été la capitale d'un empire puissant fondé, peu après la mort d'Alexandre, par un Hindou nommé Candragupta (Σανδράκοττος d'après Justin qui rapporte le fait) : et le roi d'Égypte avait enyoyé à ce chef un ambassadeur nommé Mégasthène. Ces faits permettent de conclure à des relations plus ou moins suivies entre les Hindous et les Grecs d'Alexandrie.

L'ouvrage que nous a laissé Aryabhata est intitulé *Aryabhathiyam*; il a été publié en sanscrit, sans traduction, à Leyde, en 1874, par le docteur Kern. Il est divisé en quatre parties intitulées *Harmonies célestes*, *Éléments de calcul*, *Du temps et de sa mesure*, *Les sphères*.

Cet ouvrage, écrit en vers, destinés sans doute à être appris par cœur dans les écoles par les élèves et commentés par les maîtres, ne se compose que d'énoncés souvent peu clairs, mais il nous est parvenu avec le commentaire d'un nommé Paramâdîçvara, et, quoique ce commentaire soit, à ce qu'il paraît, peu clair lui-même et quelquefois erroné, il a permis du moins de suppléer au laconisme d'Aryabhata.

La première et les deux dernières parties se rapportent, comme

l'indiquent leurs titres, à l'Astronomie et incidemment à la Trigonométrie; la seconde présente pour nous beaucoup plus d'intérêt, et heureusement M. Léon Rodet, ingénieur des manufactures de l'État, en a publié à Paris, en 1879, une traduction en français, fort bien faite, qui nous permettra d'en donner une analyse complète.

Ce Chapitre, dont M. Léon Rodet a joint le texte sanscrit à sa traduction, ne tient dans cette langue que trois pages et demie; il se compose de trente-trois énoncés de règles ou de théorèmes que nous ne reproduirons pas tous, parce qu'ils ne présentent pas tous de l'intérêt.

Les connaissances d'Aryabhata en Arithmétique et en Algèbre paraissent assez étendues et assez sûres; mais son ignorance en Géométrie est vraiment extraordinaire. Ainsi il donne pour mesure du volume de la pyramide *la moitié* du produit des mesures de la base et de la hauteur, et pour mesure du volume de la sphère, le produit de la mesure de la surface d'un grand cercle par la racine carrée de cette mesure, c'est-à-dire

$$\pi R^3 \sqrt{\pi}.$$

Toutefois il donne une valeur remarquablement approchée du rapport de la circonférence au diamètre: « Ajoutez, dit-il, 4 à 100, multipliez par 8, ajoutez encore 62 000; voilà, pour un diamètre de deux myriades, la longueur approchée de la circonférence au diamètre. »

Ainsi il fait π égal à

$$\frac{62832}{20\,000} \quad \text{ou} \quad 3,1416.$$

M. Léon Rodet pense que cette valeur doit avoir une origine

grecque, parce que les Grecs seuls se sont servis de la myriade dans leur numération. Je ne vois pas à quel Grec on pourrait en attribuer le calcul, mais je vois que M. Léon Rodet croit comme moi qu'il aurait existé, même avant le v^e siècle, des relations entre les Grecs et les Hindous. Voici au reste les preuves qu'il veut bien m'en donner : 1° Alexandre le Grand avait laissé en Bactriane et en Aryane (Afghanistan et Caboul actuels) des royaumes gouvernés par des Grecs et dans lesquels l'élément grec se développa ; 2° les monnaies des premiers souverains du Penjâb, du Guzerate et du Surashtra (Soorath des Anglais), datant du II^e et du III^e siècle, sont dues à des artistes grecs. Celles du IV^e et du V^e siècle présentent même encore des vestiges d'inscriptions grecques ; 3° la terminologie astronomique des Hindous emploie plusieurs mots grecs ou traduits du grec; ainsi Varâha-Mihira, contemporain d'Aryabhata, astrologue du Mahârâjâ d'Ujjayini (Oojein des Anglais) a intitulé son principal ouvrage *Brhat-Sanhitâ*, traduction littérale de μεγάλη συνταξις.

M. Léon Rodet démontre très bien qu'Aryabhata savait résoudre l'équation complète du second degré à coefficients indéterminés.

Aryabhata énonce en effet la formule générale de résolution de cette équation à propos du calcul du nombre des termes d'une progression par différence dont on donne le premier terme, la raison et la somme des termes. Ce problème de kyrielles intéressait, à ce qu'il paraît, les Hindous, probablement pour l'observance des rites de leur religion.

L'équation à résoudre serait

$$S = n\left(a + \frac{n-1}{2}r\right),$$

et la valeur que l'on en tire pour n peut se mettre sous la forme

$$n = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{-2a \pm \sqrt{(2a-r)^2 + 8Sr}}{r}\right);$$

or, Aryabhata dit, en traduisant la formule à rebours, suivant l'usage indien, mais, à la vérité, en un langage tel qu'il a fallu une certaine sagacité pour démêler le sens de la phrase :

« Multipliez la somme par huit fois la raison, ajoutez le carré de l'excès de deux fois le premier terme sur la raison, prenez la racine carrée, retranchez deux fois le premier terme, divisez par la raison, ajoutez 1 et prenez la moitié, voilà le nombre des termes. »

Il est probable que la résolution de l'équation du second degré avait été obtenue dès avant Aryabhata, mais je crois qu'on n'a pas encore trouvé de traces de la marche que les Hindous avaient suivie d'abord pour y arriver. Leur démonstration était sans doute celle que nous a transmise Mohammed ben Musa Al-Kharizmi et qui a été reproduite plus tard avec des modifications diverses, mais peu importantes, par Léonard de Pise et par Cardan. Ils l'auraient plus tard, paraît-il, dégagée de considérations géométriques.

Aryabhata donne ensuite la formule de la somme des carrés des n premiers nombres entiers, et celle de la somme de leurs cubes.

Le dernier terme, celui-ci plus un, celui-ci plus le nombre des termes : du produit de ces trois nombres prenez le sixième, c'est le volume de la pile des carrés. C'est bien notre formule

$$\Sigma_1^n n^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}.$$

Le carré de la pile est le volume de la pile des cubes. C'est-à-dire

$$\Sigma_1^n n^3 = \left(\frac{n(n+1)}{2}\right)^2.$$

L'ouvrage se termine par la résolution en nombres entiers des équations indéterminées du premier degré.

On trouve, dans deux strophes qui précèdent celles que nous venons d'analyser, une méthode pour calculer une table des sinus de $3^\circ \frac{3}{4}$ en $3^\circ \frac{3}{4}$.

Pourquoi $3^\circ \frac{3}{4}$? Aryabhata dit : « Divisez le quart de la circonférence au moyen d'un triangle et d'un quadrilatère, vous aurez sur le rayon toutes les demi-cordes d'arcs que vous voudrez. » Cela, je crois, veut dire : Inscrivez dans le quadrant trois cordes égales, puis quatre; les premières sous-tendront 30° et les secondes $22^\circ \frac{1}{2}$; la distance des deux premiers points de division sera donc $7^\circ \frac{1}{2}$, dont la moitié est $3^\circ \frac{3}{4}$; ainsi la demi-corde de l'arc joignant les deux premiers points de division sera le sinus de $3^\circ \frac{3}{4}$.

Il serait facile de calculer le sinus de cet arc qui est

$$\tfrac{1}{4}\sqrt{2-\sqrt{3}}\sqrt{2+\sqrt{2+\sqrt{2}}} - \tfrac{1}{4}\sqrt{2+\sqrt{3}}\sqrt{2-\sqrt{2+\sqrt{2}}};$$

mais il faudrait pour cela employer la formule de bissection, qu'Aryabhata ne connaissait peut-être pas; il prend simplement l'arc de $3^\circ \frac{3}{4}$ pour son sinus. C'est-à-dire que, $3^\circ \frac{3}{4}$ valant $225'$, Aryabhata divise son rayon en minutes, comme les Grecs, et en compte 225 pour le sinus de $3^\circ \frac{3}{4}$. Nous verrons tout à l'heure qu'il suppose dans le rayon 3438 parties ou minutes.

Ainsi, ce n'est pas parce que le sinus de $3^\circ\frac{3}{4}$ peut être obtenu par le calcul qu'Aryabhata prend cet arc pour point de départ de sa table. Il est probable que c'est simplement parce que l'arc en question est facile à construire au moyen de la règle et du compas.

Il est curieux d'observer que l'Arabe espagnol Arzachel, qui vivait en 1100, s'est arrêté au même arc $3^\circ\frac{3}{4}$. On peut, je crois, voir dans ce fait la preuve que la Trigonométrie des Hindous s'était répandue à cette époque parmi les Arabes.

Nous n'avons pas l'ouvrage où Arzachel expliquait la construction de sa table de sinus, mais Purbach nous en a transmis une analyse et s'est appliqué à développer l'idée d'Arzachel ; d'ailleurs, Régiomontanus, son disciple, est revenu sur la méthode de Purbach, et en a étendu l'usage, de sorte que nous la connaissons assez bien.

Arzachel n'avait pas parfaitement compris le procédé d'Aryabhata, qui, du reste, s'il le comprenait lui-même, n'en a pas laissé la preuve, pas plus que les Hindous, ses successeurs, qui l'ont tous adopté. Le procédé d'Arzachel (nous raisonnons dans l'hypothèse où il aurait voulu suivre les traces d'Aryabhata) ne vaut pas celui de son maître.

Nous avons dit qu'Aryabhata fait le sinus de $3^\circ\frac{3}{4}$ égal à 225 ; la règle qu'il donne pour former les sinus des multiples de $3^\circ\frac{3}{4}$ se traduit par la formule.

$$\sin(m+1)a - \sin ma = \sin ma - \sin(m-1)a - \frac{\sin ma}{\sin a},$$

a désignant $3^\circ\frac{3}{4}$, et tous les sinus étant, bien entendu, exprimés en parties du rayon, divisé comme nous l'avons dit et comme cela va être expliqué un peu plus clairement.

Cette règle, appliquée de proche en proche, donne de la manière la plus simple les moyens de construire la table suivante, que M. Léon Rodet a tirée du premier chapitre de l'*Aryabhathiyam* c'est-à-dire des *Harmonies célestes*.

Arcs,	Sinus.	Différences.
0	0	225
3° 3/4	225	224
7 1/2	449	222
11 1/4	671	219
15	890	215
18 3/4	1105	210
22 1/2	1315	205
26 1/4	1520	199
30	1719	191
33 3/4	1910	183
37 1/2	2093	174
41 1/4	2267	164
45	2431	154
48 3/4	2585	143
52 1/2	2728	131
56 1/4	2859	119
60	2978	106
63 3/4	3084	93
67 1/2	3177	79
71 1/4	3256	65
75	3321	51
78 3/4	3372	37
82 1/2	3409	22
76 1/4	3431	7
90	3438	

On voit, par cette table, qu'Aryabhata ne tient pas énormément à obtenir une grande approximation pour les valeurs de ses sinus, car il ne prend pour valeur de chaque différence que la partie entière du quotient

$$\frac{\sin ma}{\sin a};$$

peut-être ne croyait-il pas beaucoup lui-même à l'exactitude de sa formule.

La table donne, comme on voit, pour la valeur du rayon, qui est le sinus de 90°,

$$3438.$$

Ainsi, par une singularité vraiment hindoue, le nombre des divisions du rayon n'a pas été choisi à l'avance. C'est un résultat. Mais ce résultat est d'une exactitude tellement extraordinaire qu'elle va nous mettre forcément sur la voie des idées de l'auteur et nous faire connaître les recherches qu'il a dû faire pour préparer sa formule d'interpolation.

Si Aryabhata fait le sinus de $3^\circ\frac{3}{4}$ égal à 225, nombre de minutes contenues dans $3^\circ\frac{3}{4}$, c'est évidemment parce qu'il regarde le sinus comme égal à l'arc; il mesure donc les arcs par les nombres de minutes qu'il contiennent; par conséquent la demi-circonférence, pour lui, est représentée par

$$180 \times 60 = 10\,800;$$

en conséquence le rayon doit être

$$\frac{10\,800}{\pi}.$$

Or, en divisant 10 800 par 3, 1416, on trouve

$$3438,$$

à une demi-unité près.

Cette coïncidence ne peut pas être fortuite, et bien certainement la condition de tomber sur la valeur 3438 pour le sinus de 90° a été celle que s'est imposée avant tout Aryabhata dans la construction de sa formule d'interpolation.

Cela posé, il est facile de voir comment il a nécessairement dû raisonner pour y parvenir :

Il est évident que, si l'on considère des arcs en progression arithmétique à partir de zéro, tandis que la différence de ces arcs reste constante, la différence des sinus correspondants diminue sans cesse ; par conséquent

$$\sin(m+1)a - \sin ma = \sin ma - \sin(m-1)a,$$

moins quelque chose.

Cette chose inconnue varie en même temps que $\sin ma$; il est donc naturel de la représenter par

$$K \sin ma :$$

c'est la formule linéaire d'interpolation, c'est la formule de Mariotte, de Gay-Lussac, de tout le monde.

Mais les sinus d'Aryabhata ne sont pas les nôtres; ils sont essentiellement conventionnels, grands ou petits, suivant le nombre de divisions du rayon ; $\sin ma$ ne signifierait rien par lui-même, c'est $\frac{\sin ma}{\sin a}$ qui indique l'étendue du champ déjà parcouru.

Aryabhata a donc dû se dire qu'il valait mieux écrire

$$\sin(m+1)a - \sin ma = \sin ma - \sin(m-1)a - K\frac{\sin ma}{\sin a}.$$

Arrivé là, comme on pourrait sans peine faire dix fois le calcul de la table des 24 sinus en un jour, il a dû essayer quelques valeurs de K et il a trouvé sans difficulté que l'hypothèse $K = 1$ donnait

$$R = 3438.$$

Voilà ce qui est probable.

Cependant il est possible, à la rigueur, qu'Aryabhata ait été beaucoup plus malin. Il est vrai qu'il faudrait lui supposer alors une adresse bien extraordinaire pour son temps.

La formule d'interpolation d'Aryabhata, en effet, ne donne pas seulement d'une manière exacte (dans les limites, bien entendu, des approximations numériques) la valeur du sinus de 90°; elle donne tout aussi exactement les valeurs des sinus de tous les arcs de la série! Elle est, théoriquement, d'une exactitude absolue! Aryabhata l'a-t-il su? Je l'ignore. Ce qu'il y a de certain, c'est que Purbach ni Régiomontanus ne s'en sont aperçus.

Peut-être Delambre le savait-il, car il dit, page XXXI de son *Introduction à l'Histoire de l'Astronomie du moyen âge :*

« Cette construction (de la table des sinus) qui suppose une formule inconnue aux Grecs et aux Arabes, est si nouvelle pour nous, que j'ai cru, pendant plus de dix ans, en être le premier auteur. Elle est accompagnée d'une théorie très incomplète, qui a fait que la table indienne ne procède que de $3^\circ \frac{3}{4}$ en $3^\circ \frac{3}{4}$. Si les Indiens avaient bien compris leur méthode différentielle, ne s'en seraient-ils pas servis pour avoir une table complète, ou, du moins, de degré en degré? Ils n'ont donc pas bien senti l'importance de la méthode. Ils n'ont pas su l'appliquer. »

Mais je n'ai trouvé dans Delambre d'autres traces de la méthode à laquelle il fait allusion dans le passage qui précède, que ce qu'il en dit dans l'article consacré à Purbach; or la méthode de Purbach n'est pas celle d'Aryabhata, ce qui me fait croire que Delambre n'avait pas sous les yeux la formule d'Aryabhata, qui, sans doute, n'avait pas encore été donnée exactement.

Quoi qu'il en soit, il est facile de démontrer, comme je l'ai dit

plus haut, que la formule d'interpolation hindoue donnerait des résultats rigoureusement exacts si les calculs numériques pouvaient être faits avec une approximation indéfinie.

En effet, remarquons d'abord que si l'on veut la traduire en langage moderne, comme le rayon peut être un nombre quelconque, il faudra l'écrire sous la forme

$$R\sin(m+1)a - R\sin ma = R\sin ma - R\sin(m-1)a - \frac{\sin ma}{\sin a},$$

R désignant le nombre des parties du rayon, et les sinus qu'elle contient étant, maintenant, ceux que nous appelons *sinus naturels*.

Cela posé, si on développe l'équation, $R\cos ma \sin a$ disparaît dans les deux membres et, en divisant tous les termes par $\sin ma$, on trouve

$$2R\sin a(1-\cos a) = 1.$$

Ainsi pour que la formule donne des résultats absolument exacts, il suffit que R et a satisfassent à la condition

$$2R\sin a(1-\cos a) = 1,$$

c'est-à-dire que, quel que soit le nombre de divisions que l'on forme dans le rayon, il y aura toujours un angle a, raison de la progression des angles, tel que la formule d'interpolation fournisse d'elle-même des valeurs rigoureusement exactes pour les sinus de tous les angles contenus dans cette progression.

Et, réciproquement, quelle que soit la raison de la progression des angles que l'on veut insérer dans la table, il y aura toujours pour le rayon un nombre de divisions tel que la formule d'interpolation donne des résultats rigoureusement exacts.

Si l'on se donnait le nombre de divisions du rayon, il faudrait, pour trouver $\sin a$ ou $\cos a$, résoudre une équation du troisième degré; tandis que, si l'on se donne l'angle, ou son sinus et son cosinus, on aura immédiatement

$$R = \frac{1}{2 \sin a (1 - \cos a)}.$$

Ce n'est pas ainsi que s'y prend Aryabhata, et c'est, je crois, une preuve non seulement que sa théorie n'était pas complète, mais qu'il n'a dû arriver à l'hypothèse $K = 1$ que par des tâtonnements, en cherchant à arranger la formule

$$\sin(m+1)a - \sin ma = \sin ma - \sin(m-1)a - K \frac{\sin ma}{\sin a},$$

de façon qu'avec $\sin a = 225$ pour point de départ, elle donnât en définitive

$$\sin 90^\circ = 3438,$$

3438 ayant été préalablement obtenu au moyen de la valeur de π.

Je ferai encore remarquer qu'en supposant à Aryabhata les connaissances nécessaires pour se rendre bien compte de sa méthode, on serait fort embarrassé pour expliquer comment, au lieu de tomber sur sa singulière formule, il ne serait pas parvenu, ce qui était plus facile, à celle de Simpson, qui revient à la sienne

$$\sin(m+1)a - \sin ma = \sin ma - \sin(m-1)a - K \sin ma,$$

dans laquelle

$$K = 2(1 - \cos a),$$

et qui convient à toutes les suites d'angles en progression par différence, sans aucune condition.

Quoi qu'il en soit, on est obligé d'accorder à Aryabhata soit des connaissances assez étendues en Trigonométrie, soit une sagacité bien extraordinaire et encore plus méritoire que la connaissance de quelques formules.

La condition

$$2R\sin a(1-\cos a)=1$$

peut s'écrire

$$4R\sin a\sin^2\tfrac{1}{2}a=1,$$

et, si l'angle a est assez petit, on peut y remplacer $\sin^2\frac{1}{2}a$ par $\frac{1}{4}\sin^2 a$.

Elle devient alors

$$R\sin^3 a=1.$$

Si l'on y substitue les nombres d'Aryabhata, c'est-à-dire $\frac{225}{3438}$ pour $\sin a$ et 3438 pour R, le premier membre se réduit à

$$\frac{225^3}{3438^2},$$

ou

$$\frac{11390625}{11819844}.$$

On voit que la condition n'est pas exactement remplie, mais qu'il s'en faut de bien peu.

Aryabhata était-il déjà en possession de la numération décimale écrite? On a longtemps mis en avant, dit M. Léon Rodet, deux preuves qui paraissaient résoudre la question négativement,

mais des découvertes plus récentes font aujourd'hui pencher la balance vers l'affirmative.

Aryabhata, a-t-on dit, ne connaissait pas la numération décimale écrite, puisqu'il en a imaginé une autre. D'après M. Léon Rodet, cette nouvelle notation n'aurait été inventée que dans le but unique de faire entrer dans des strophes versifiées les tables des données numériques utiles à l'Astronomie, et l'explication donnée par Aryhabata lui-même de son système supposerait expressément les nombres préalablement écrits dans le système décimal; il serait encore plus explicite dans son exposition de la méthode pour l'extraction des racines carrées, où il parlerait d'ajouter, au besoin, deux zéros à la droite du nombre, déjà séparé en tranches de deux chiffres.

D'un autre côté, jusqu'à la fin du v^e siècle, les inscriptions trouvées dans l'Inde proprement dite, Hindoustan, Guzerate et Surâshtra sont datées en chiffres hiératiques, c'est-à-dire que les mêmes nombres d'unités, de dizaines, de centaines, etc., sont représentés par des caractères différents, sans zéro, par conséquent; et ce n'est que depuis le viii^e siècle qu'on voit apparaître, dans les mêmes contrées, les chiffres décimaux et le zéro. Mais on a trouvé, au Cambodge et à Java, des inscriptions datées en chiffres, avec le zéro, qui remontent jusqu'à 669.

En tout cas, de nombreuses inscriptions prouvent que les chiffres décimaux étaient d'un usage courant dans toute l'Inde, du temps où le khalife Al-Mamoun envoya plusieurs savants, de ses sujets, s'enquérir de l'état des connaissances scientifiques des Hindous. Or c'est là ce qu'il importait le plus de savoir.

EUTOCIUS D'ASCALON.

(VI^{e} siècle.)

Eutocius fut l'un des derniers successeurs de Platon à la tête de l'École d'Athènes, il vivait sous le règne de Justinien.

Il a laissé des commentaires sur Apollonius de Perge et sur Archimède. Ses commentaires sur Apollonius ont été joints par Halley au texte de l'auteur des *Coniques*. Les commentaires sur Archimède ont été publiés à part (Bâle, 1544), et reproduits dans l'édition d'Oxford. On y trouve des notions exactes sur les procédés en usage dans l'école d'Alexandrie pour les calculs numériques. Eutocius explique longuement les règles relatives à la multiplication et à la division des nombres entiers joints à des fractions. Il traite aussi des racines carrées; nous avons vu que Théon d'Alexandrie avait donné la règle pour leur extraction.

La numération écrite d'Eutocius est celle des anciens Grecs; en sorte qu'il y a lieu de penser qu'il n'avait pas entendu parler de celle dont on attribue la connaissance à Boëce.

DIOCLÈS.

(Né vers 550.)

Il inventa la cissoïde pour arriver à la solution du problème de l'insertion de deux moyennes proportionnelles entre deux longueurs données.

DIONYSIDORE.

(Né à Cydnus au VI^e siècle.)

Il donna la première solution de ce problème qui avait occupé Archimède : Partager un hémisphère en parties proportionnelles à des nombres donnés, par un plan parallèle à la base; mais on ne sait quelles courbes il y employait.

BRAHMA-GUPTA.

(Né, d'après son propre témoignage, en 598.)

M. Colebrooke a reconnu que deux chapitres, le XII^e et le XVIII^e, d'un ouvrage astronomique de Brahma-Gupta, intitulé *Brahma-Sphûta-Siddhânta*, (Traité d'Astronomie de Brahma, corrigé) étaient l'un un traité d'Arithmétique, (*Ganita*), et l'autre un traité d'Algèbre (*Kuttakâ*); il en a publié une traduction en anglais en 1817.

On y trouve, en fait de Géométrie, les énoncés du théorème du carré de l'hypoténuse et du théorème, employé par Ptolémée, sur l'égalité entre la différence des carrés de deux côtés d'un triangle quelconque et la différence des carrés des segments du troisième côté, déterminés par la hauteur correspondante; la formule de la mesure de l'aire d'un triangle quelconque, ou d'un quadrilatère inscriptible, en fonction des mesures de ses côtés; une formule de l'aire du cercle, fondée sans doute sur cette remarque, qu'on sait d'ailleurs avoir été faite par les Hindous, que si l'on inscrit au cercle un polygone régulier d'un grand nombre pair de côtés, que l'on découpe tous les triangles composant ce

polygone, que l'on place séparément au bout les uns des autres et sur deux lignes droites les bases de la moitié des triangles et les bases de l'autre moitié, ce qui formera deux scies, enfin qu'on fasse pénétrer les deux scies l'une dans l'autre, on obtiendra un parallélogramme dont, à la limite, la surface sera égale à celle du cercle et qui aura pour base une droite égale à la demi-circonférence, avec une hauteur égale au rayon. Enfin Brahma-Gupta attribue au rapport de la circonférence au diamètre la valeur $\sqrt[2]{10}$, exactement, malgré l'une des propositions de l'*Aryabhathiyam*.

Ce fragment de Géométrie est complété par les formules des mesures des surfaces et volumes usuels.

Nous extrayons quelques énoncés de la traduction que M. Léon Rodet a bien voulu faire pour nous de ce fragment.

« La différence des carrés de deux côtés (d'un triangle), divisée par la base, ajoutée et retranchée à la base; les moitiés sont les segments; du carré d'un côté retranche le carré du segment (adjacent de la base), la racine est la cathète (la hauteur) », c'est-à-dire: Si a, b, c sont les trois côtés d'un triangle, h la hauteur abaissée du sommet C sur le côté c, m et n les segments de ce côté c.

$$m = \frac{1}{2}\left(\frac{a^2-b^2}{c}+c\right) \quad \text{et} \quad n = \frac{1}{2}\left(\frac{a^2-b^2}{c}-c\right);$$

d'ailleurs

$$h = \sqrt{a^2-m^2}.$$

Ptolémée faisait bien les mêmes calculs, mais ne connaissait pas les formules correspondantes; quant à Diophante, j'ai déjà fait la remarque que, connaissant la somme $m+n$ de deux nombres et la différence m^2-n^2 de leurs carrés, il ne lui vient pas à l'esprit de diviser m^2-n^2 par $m+n$, pour avoir $m-n$.

On verra plus loin que les Arabes ni les Italiens de la Renaissance n'y songèrent pas non plus.

« Quatre fois la demi-somme des côtés diminuée de chaque côté successivement, produit, racine, c'est le *fruit* exact », c'est-à-dire la surface (du quadrilatère); cet énoncé est suivi de plusieurs autres à peu près incompréhensibles et dont quelques-uns au moins sont faux. Mais Brahma-Gupta fait un tel mélange de formules de *fruits* usuels et de *fruits* exacts, qu'on ne sait jamais en quelle part il prend chacune de celles qu'il donne.

L'ensemble de ces énoncés présenterait, d'après M. Chasles, la solution des deux questions suivantes :

1° Un quadrilatère étant inscrit au cercle, déterminer en fonction de ses côtés, son aire, ses diagonales, les perpendiculaires abaissées des extrémités d'un côté sur le côté opposé, les segments déterminés par ces perpendiculaires sur le second côté et le diamètre du cercle.

2° Construire un quadrilatère inscriptible dont l'aire, les diagonales, les perpendiculaires, les segments et le diamètre du cercle soient exprimés en nombres rationnels.

Il semble que Brahma-Gupta, au lieu d'aborder des questions si difficiles, aurait mieux fait d'étendre un peu le champ de ses recherches.

L'énoncé suivant en a inspiré plusieurs analogues à Léonard de Pise : « Deux ascètes vivent au sommet d'une colline haute de h et distante de mh de la ville voisine; l'un, pour se rendre à cette ville, descend la montagne (supposée à pic), puis continue son chemin par la route; l'autre s'élève dans les airs à une hauteur x et, de là, pique droit sur la ville; s'ils ont fait le même chemin, à quelle hauteur s'est élevé le second ».

La formule de x est

$$x = \frac{mh}{m+2},$$

et Brahma-Gupta la trouve exactement.

Il traite ailleurs des règles d'intérêt simple et exprime successivement le capital accumulé, le temps, l'intérêt et le capital placé, connaissant les trois autres quantités; il passe ensuite aux progressions arithmétiques et exprime le dernier terme, la somme des termes et le nombre de ces termes, connaissant la raison et deux des trois autres quantités; il trouve, comme Aryabhata,

$$n = \frac{-(2a-r) + \sqrt{(2a-r)^2 + 8S}}{2r}.$$

Il s'occupe ensuite de résoudre, en nombres entiers, les équations indéterminées du premier degré, par la méthode du plus grand commun diviseur.

La partie de l'ouvrage qui se rapporte à la Trigonométrie contient la table des sinus de $3^\circ \frac{3}{4}$ en $3^\circ \frac{3}{4}$, telle qu'elle avait été donnée par Aryabhata.

Une autre partie se rapporte à la solution de cette question : Étant donné un nombre entier n, non carré, trouver tous les nombres carrés dont les produits par n, augmentés de 1, fournissent des carrés; en d'autres termes, trouver toutes les solutions rationnelles de l'équation indéterminée

$$nx^2 + 1 = y^2.$$

Voici la solution de Brahma-Gupta : On prend pour x^2 un nombre de la forme

$$\frac{4z^2}{(z^2-n)^2};$$

alors

$$nx^2 + 1 = \frac{4nz^2}{(z^2 - n)^2} + 1 = \frac{(z^2 + n)^2}{(z^2 - n)^2},$$

par conséquent $nx^2 + 1$ est un carré.

Mais on ne sait comment Brahma-Gupta a raisonné pour arriver à cette solution.

La question avait été posée par Fermat à Wallis et à lord Brouncker, bien longtemps avant qu'on connût même le nom de Brahma-Gupta en Europe. Lord Brouncker avait alors donné la formule même de Brahma-Gupta.

Il serait impossible de méconnaître la rare habileté des Hindous dans les recherches relatives soit aux propriétés des nombres, soit aux transformations algébriques; mais si l'on considère d'une part leur quasi-nullité en Géométrie, et de l'autre la futilité des questions qu'ils se posent, on ne peut s'empêcher de les mettre infiniment au-dessous des géomètres grecs.

Leur prédilection pour les solutions entières ou rationnelles des problèmes indéterminés est surtout caractéristique. Il est difficile de comprendre par quelle oblitération cérébrale tous les mathématiciens d'une nation ont été amenés à ne considérer comme dignes de remarque, dans l'accomplissement d'un phénomène continu, que les points particuliers où les variables ont des valeurs commensurables, sans s'occuper autrement de la loi elle-même.

Il est juste, toutefois, de compter à l'avoir de Brahma-Gupta la formule de l'aire d'un quadrilatère inscrit : *La demi-somme des côtés est écrite quatre fois, on en retranche séparément les côtés, on fait le produit des restes; la racine carrée de ce pro-*

duit est l'aire de la figure (version de M. Chasles). On ne peut pas dire qu'il ait pris cette formule aux Grecs, qui ne l'ont pas connue, tandis qu'on peut très bien admettre que les Grecs de la décadence et les Arabes aient trouvé chez lui celle de l'aire d'un triangle en fonction de ses côtés.

M. Chasles remarque que l'idée, assez originale et assez fine, il me semble, pour être exclusivement hindoue, de désigner sous le nom de *sommet* l'un des côtés d'un quadrilatère, par rapport au côté opposé, pris pour base, et de déterminer le quadrilatère par cette base, les segments qu'y forment les perpendiculaires abaissées des extrémités du *sommet* et ces hauteurs, a été reproduite par Gerbert vers 970 : et il n'admet pas que la numération décimale ait pu être communiquée aux occidentaux par les Hindous. Cela me paraît être une contradiction.

BÈDE.

(Né vers 670, mort en 735.)

Il a laissé deux petits traités sur les premières opérations d'Arithmétique et quelques autres relatifs à la Géométrie et à l'Astronomie : *De circulis; De sphæra et polo; De astrolabio; De horologio;* etc.

Ses œuvres ont été imprimées à Londres, par Giles, en 1843, sous le titre *Venerabilis Bedæ opera quæ supersunt omnia.*

HÉMOALDE.

(Moine anglais du VIIe siècle, il vivait vers 680.)

Il a laissé un écrit intitulé *De rebus mathematicis* et consigné quelques éclipses qui ont été utilisées pour la vérification des dates. C'est à lui que Bède adressa sa lettre *De ratione quadrantis anni et bissexto.*

HÉRON LE JEUNE.

(Né probablement à Constantinople à la fin du VIIe siècle.)

Montucla le place au VIIIe siècle, M. Cantor au Xe.

Nous avons suffisamment parlé de sa *Géodésie*, à propos de Héron l'Ancien, nous n'y reviendrons pas. Un autre de ses ouvrages, *Nomenclatura vocabulorum geometricorum* a été traduit et publié par Dasypodius en 1579 ; il ne contient que des définitions et éclaircissements. Un troisième ouvrage attribué à Héron le Jeune et intitulé *Traité des machines de guerre*, a été inséré dans la collection des *Mathematici veteres*, publiée à Paris en 1693 ; il pourrait bien être de Héron l'Ancien.

Montucla le dit être curieux et intéressant.

Enfin la Bibliothèque nationale possède en manuscrit un ouvrage intitulé *Les Géométriques*, de l'un des Héron. Il serait bien à désirer que le Ministère de l'Instruction publique en fît publier une traduction.

ALCUIN.

(Né à York en 735, mort à Tours en 804.)

Précepteur et ami de Charlemagne. Nommé à l'abbaye de Saint-Martin-de-Tours, il y établit une école célèbre. Ses œuvres ont été publiées à Ratisbonne en 1777. On y trouve des *Propositiones arithmeticæ ad acuendos juvenes,* dans le genre des propositions les plus simples de Diophante.

GEBER (ABOU MOUSSAH DIAFAR AL SOFI).

(Né vers 780, mort en 840.)

Roger Bacon l'appelle le maître des maîtres, et Cardan le place au nombre des douze plus subtils génies du monde.

La Bibliothèque nationale de Paris possède plusieurs ouvrages manuscrits de Geber : *Summa collectionis; Complementi secretorum naturæ summa perfectionis; Compendium; Testamentum; Fragmentum de triangulis sphæricis; Libri de rebus ad astronomiam pertinentibus.*

La bibliothèque de Leyde possède aussi de Geber : *Tractatus de invenienda arte auri et argenti.*

On voit par ses écrits qu'il connaissait l'acide nitrique et l'eau régale, le sel alcali, le sel ammoniac, le sel d'urine (mélange que Geber ne décomposait pas), le *crocus* de fer, la litharge, la pierre infernale, le sublimé corrosif et le précipité *per se.* Il connaissait l'art de purifier l'or et l'argent par la coupellation.

Déjà il regardait les gaz comme matériels et y voyait des agents importants dans la production des phénomènes chimiques.

Geber était alchimiste, c'est-à-dire croyait à la transmutation des métaux; il explique sa croyance dans ces termes : « Prétendre à extraire un corps de celui qui ne le contient pas, c'est folie; mais comme tous les métaux sont formés de mercure et de soufre, plus ou moins purs, on peut ajouter à ceux-ci ce qui est en défaut, ou leur ôter ce qui est en excès. Pour y parvenir, l'art emploie des moyens appropriés aux divers corps. Voici ceux que l'expérience nous a fait connaître : la calcination, la sublimation, la décantation, la solution, la distillation, la coagulation, la fixation et la procréation. Quant aux agents, ce sont les sels, les aluns, les vitriols, le verre, le borax, le vinaigre le plus fort et le feu. »

Une partie de ses ouvrages ont été imprimés à Leyde sous le titre *Gebri Arabis chimia*, etc.

ABDALLA AL-MAMOUN.

(Calife de Bagdad, vers 814.)

Fils d'Haroun Al-Raschid et petit-fils d'Abou Giafar Al-Mansor.

En accordant la paix à Michel III, empereur d'Orient, il stipula en sa faveur le droit de faire rechercher par toute la Grèce les ouvrages des philosophes et des savants. Il fit en effet traduire en arabe de nombreux ouvrages hébreux, syriaques et grecs, qu'il répandit parmi ses sujets.

Il chargea une commission de savants de vérifier la longueur attribuée par Ptolémée au degré du méridien; mais cette commission, à son retour, n'apporta d'autre résultat que celui de Ptolémée. Al-Mamoun envoya ses astronomes recommencer les

opérations, mais ils revinrent encore avec le même nombre.

Al-Mamoun, d'après Al-Fragan, aurait trouvé pour l'obliquité de l'écliptique 23°33'; elle devait être alors de 23°36'34". Il avait fait établir des gnomons et différents instruments près de Bagdad et près de Damas.

MOHAMMED-BEN-MUSA AL-KHARIZMI.

(Né dans la province persane de Khwârizm, vers 795.)

Son nom d'Al-Kharizmi, qu'on écrit aussi Al-Kwarizmi et Al-Kharezmi, lui vient de son lieu de naissance. Il avait été, jusqu'à ces derniers temps, confondu avec Mohammed-ben-Musa-ben-Schaker, et son *Traité d'Algèbre,* le premier qui ait été écrit chez les Arabes, et le premier aussi qui soit parvenu en Europe, avait toujours été attribué aux trois fils de Musa-ben-Schaker; une bibliographie arabe qu'on a déchiffrée naguère a fait reconnaître l'erreur, qui, du reste, avait peu d'importance, Al-Kharizmi se trouvant presque contemporain des fils de Musa-ben-Schaker.

Voici ce que dit à ce sujet M. Nesselmann, dans son *Algebra der Griechen :*

« M. Chasles ne semble pas avoir tiré parti avec assez d'attention des travaux de ses prédécesseurs; pour n'en citer qu'un exemple, il confond constamment deux mathématiciens arabes, appelés tous deux Mohammed-ben-Musa, dont le plus ancien est toujours nommé, par les Arabes, du nom de son pays, Al-Kharezmi, tandis que le plus jeune, pour le distinguer de l'autre, reçoit encore le nom de son grand-père et s'appelle Mohammed-ben-Musa-ben-Schaker. Je n'aurais pas parlé de cette erreur

s'il n'avait pas été facile à l'auteur de l'éviter, car déjà Cossali avertit de ne pas faire la confusion ».

Je le veux bien, mais l'erreur était consacrée par les témoignages de Léonard de Pise, de Lucas de Burgo, de Cardan, de beaucoup d'autres et enfin de Venturi et de Libri. Je ne voudrais assurément pas rabaisser le mérite de la découverte, mais je pense que les Allemands en auront beaucoup à faire de cette importance pour être dispensés de toute modestie.

Al-Kharezmi fut un des principaux savants qu'Al-Mamoun attira à sa cour et investit de missions scientifiques. Il paraît avoir été envoyé dans l'Inde pour en rapporter les connaissances scientifiques des Brahmes, mais on n'est pas certain qu'il ait dépassé l'Afghanistan. En tout cas, il n'aurait pas pris une connaissance bien exacte des travaux d'Aryabhata et de Brahma-Gupta, car il est certain qu'on ne trouve pas trace dans ces auteurs des méthodes géométriques qu'il emploie pour établir la formule de résolution de l'équation du second degré. C'est au reste une des preuves qu'il n'a pas visité les principaux centres intellectuels de l'Inde.

Outre son *Traité d'Algèbre*, dont une ancienne traduction latine a été publiée par M. Libri et dont M. Rosen a donné en 1831 une version anglaise avec le texte arabe, Al-Kharizmi a laissé un extrait d'un *Traité d'Astronomie*, d'après les Indiens, qu'il appelle *Sidhind* (sans doute du mot Siddhânta) et un *Traité d'Arithmétique*, dont M. Boncompagni pense avoir retrouvé, dans la Bibliothèque de Cambridge, une traduction intitulée *Algoritmi de numero Indorum*, qu'il a publiée en 1857.

C'est probablement du nom de notre auteur que s'est formé le mot *Algoritme*, qu'on trouve si fréquemment reproduit dans les

ouvrages du moyen-âge et de la Renaissance, mais défiguré sous toutes sortes de formes : *Alchoarismus*, *Alkauresmus, Alchocharithmus*, etc. M. Reinaud avait émis cette opinion en 1845, dans son *Mémoire sur l'Inde*, et tous les traités d'*Algorisme* découverts depuis cette époque ont confirmé cette hypothèse, mais surtout celui qu'a publié M. Boncompagni, où on lit presque à chaque alinéa : *dixit Algoritmi*.

D'un autre côté, c'est Al-Kharizmi qui a donné son nom à l'Algèbre.

« Le nom complet de la nouvelle Science, dit M. Rodet, est en arabe *Al-jèbr wa'l-muqâbala;* les Italiens l'ont traduit très exactement par *Scientia restaurationis et oppositionis*, car 1° tous les Arabisants sont d'accord que *jabara* veut dire « *raccommoder un membre cassé*, *résoudre une fracture* » ce que prouve d'ailleurs le nom du chirurgien en espagnol, *Algebrista;* 2° tous les dictionnaires arabes et persans et Cossali lui-même disent qu'*en mathématiques*, *jabara* signifie « *rendre entière une fraction* ».

« Les Indiens commençaient toujours par chasser les dénominateurs de leurs équations; ainsi ils ramènent l'équation du second degré à la forme

$$ax^2 + bx + c = 0,$$

b et c pouvant être positifs ou négatifs, et c'est cette pratique qu'Al-Kharizmi a désignée par *Al-jèbr* (résolution de la fracture). Ensuite les Hindous soustraient de part et d'autre les quantités égales et c'est ce qu'Al-Kharizmi a rendu par *Al-muqâbala*, car *qâbala* veut dire « mettre en parallèle, en pendant ».

« Mais Diophante ne chasse pas les dénominateurs et dis-

tingue en deux règles séparées, la *compensation des parties déficientes* et l'*ablation des parties additives;* et Al-Kharizmi, disciple à la fois des Hindous et de Diophante, fait souvent confusion, c'est-à-dire applique aux opérations indiquées par l'algébriste grec les mots *Al-jèbr* et *Al-muqâbala*, traductions en arabe des mots employés par les Hindous pour désigner les deux opérations qu'ils effectuent.

« Al-Kharizmi, pour les confondre, a pensé sans doute que « combler un déficit » ou « ajouter un manquant », c'était bien « raccommoder » ; quoi qu'il en soit, c'est de cette erreur d'Al-Kharizmi que seraient nés la confusion qui a régné jusqu'ici dans l'interprétation des mots *Al-jèbr wa'l-muqâbala*, ainsi que le désaccord qui séparait à cet égard les lexicographes des mathématiciens; du reste, la confusion était encore augmentée parce que l'on voyait Al-Kharizmi employer d'autres mots que *jabara* pour exprimer l'opération de rendre entière une fraction. »

Le *Traité d'Algèbre* d'Al-Kharizmi a été traduit en latin, on ne sait trop à quelle époque, sous le titre :

Verba filiorum Moysi filii Schaker, Mahumeti, Hameti, Hasen.

C'est sans doute ce qui a donné lieu à l'erreur qui a si longtemps duré sur le véritable auteur de ce traité. La copie manuscrite de cet ouvrage que M. Libri avait découverte à la Bibliothèque nationale, était bien intitulée :

Liber Maumeti filii Moysi Alchoarismi *de Algebra et Almuchabala.*

Mais la différence des titres, à ce qu'il paraît, n'avait pas donné l'éveil.

C'est dans le premier volume de son *Histoire des Mathéma-*

tiques en Italie que M. Libri a inséré la traduction latine qui existait à la Bibliothèque Nationale.

Cet ouvrage est très important pour l'histoire, parce qu'il formera la base des travaux de Léonard de Pise, de Lucas de Burgo, de Tartaglia et de Cardan. Nous allons en donner l'analyse, en nous servant de la traduction publiée par M. Libri.

Cette traduction n'est, à ce qu'il paraît, pas complète, mais elle contient toute la méthode et nous suffira.

L'ouvrage se compose de quatre parties principales et d'une cinquième qui n'est qu'un recueil de problèmes dont nous extrairons seulement quelques énoncés.

Les quatre parties qui touchent à la méthode sont tellement disparates qu'elles ne paraissent pas avoir même origine.

La première contient sans démonstration les énoncés des règles de résolution des équations du second degré dans les six cas correspondants aux formules modernes :

$$\begin{aligned} x^2 &= q, \\ x^2 &= px, \\ x &= q, \\ x^2 + px &= q, \\ x^2 + q &= px, \\ x^2 &= px + q. \end{aligned}$$

La troisième partie contient, avec tous les détails convenables, la théorie de la multiplication d'un binôme par un binôme, dans les quatre cas correspondants à nos formules modernes :

$$\begin{aligned} &(x + h)(x + k), \\ &(x + h)(x - k), \\ &(x - h)(x + k), \\ &(x - h)(x - k); \end{aligned}$$

les démonstrations, il est vrai, n'y existent pas à proprement parler, mais elles sont remplacées par des explications à peu près suffisantes et telles que l'on peut imaginer que l'auteur se rend directement compte des règles qu'il énonce et non plus seulement par application des théorèmes d'Euclide sur la composition d'un rectangle dont les côtés sont des sommes ou des différences de lignes.

Il serait évidemment impossible d'hésiter à admettre que l'auteur eût été embarrassé par le cas où les deux facteurs multipliés entre eux auraient été égaux.

Il est par trop facile de passer des produits

$$(x+h)(x+k),$$

ou

$$(x-h)(x-k),$$

aux carrés

$$(x+h)^2,$$

et

$$(x-h)^2.$$

La première et la troisième partie, rapprochées l'une de l'autre, comprenaient donc toute la théorie des équations du second degré, la première fournissant les formules de résolution et la troisième les moyens de les vérifier, par la substitution.

On peut dire même qu'il ne restait pour ainsi dire rien à faire pour amener la théorie de la résolution des équations du second degré à son état actuel, dès qu'on était arrivé à la pleine possession des formules et des moyens de les vérifier. Il n'y avait tout au plus qu'un petit renversement à faire.

Mais cette première et cette troisième partie n'ont pas d'appli-

cation dans l'Algèbre d'Al-Kharizmi. La résolution de l'équation du second degré complète, dans les trois cas qu'elle présente, en est absolument indépendante; elle s'obtient, dans la seconde partie, par des combinaisons de figures, de l'espèce des casse-têtes, qui n'ont plus rien de commun avec l'Algèbre proprement dite.

Quant à la quatrième partie, c'est un mélange bizarre de règles enfantines pour obtenir la somme ou la différence de deux expressions composées du carré de l'inconnue, de l'inconnue et d'un nombre, et d'une ébauche de la théorie des règles du calcul des radicaux du second degré.

Il paraît impossible d'admettre que les quatre parties aient pris naissance dans la même cervelle.

Je crois que la première, la troisième et la quatrième sont d'origine arabe, imaginées ou reproduites par Al-Kharizmi; mais que la deuxième a une origine bien plus ancienne; elle serait sans doute due aux Hindous, antérieurs à Aryabhata.

Quoi qu'il en soit, je vais d'abord reproduire cette deuxième partie avec les détails qu'elle mérite, en raison de son extrême originalité.

Nous passons les cas trop faciles où l'équation est incomplète, et nous nous bornons à l'examen des trois cas où l'équation est de l'une des formes

$$x^2 + px = q,$$
$$x^2 + q = px,$$

et

$$px + q = x^2;$$

le carré de l'inconnue s'appelle *census*, l'inconnue s'appelle *radix* ou *res*; quant au terme constant q, c'est toujours un nombre de

dragmes, ce qui n'indique pas des préoccupations géométriques bien exclusives.

PREMIER CAS.

L'équation à résoudre est de la forme

$$x^2 + px = q,$$

l'exemple proposé est que *census* et dix *radices* égalent trente-neuf dragmes, c'est-à-dire

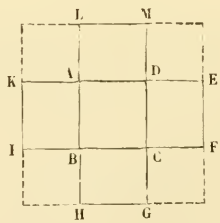
$$x^2 + 10x = 39.$$

La méthode, dans les trois cas, consiste à supposer *census* connu et représenté par un carré; la question est de trouver *radix*, d'après les conditions du problème.

Le cas comporte deux méthodes.

Première méthode. — Supposons que *census* soit représenté par le carré ABCD (*fig.* 2).

Fig. 2.



Chacun des côtés de ce carré sera donc *radix*. Prenons DE égal au quart du nombre 10 des *radices* et formons les quatre rectangles égaux DEFC, CGHB, BJKA, enfin ALMD, la figure entière représentera

$$\textit{Census} \text{ et } 10 \textit{ radices},$$

qui doivent former 39. Mais si l'on y ajoute les quatre petits carrés marqués en pointillés aux quatre coins de la figure et qui valent

$$4 \text{ fois } 2\tfrac{1}{2} \text{ au carré},$$

c'est-à-dire

$$4 \text{ fois } 6\tfrac{1}{4}$$

ou

$$25,$$

on obtiendra un nouveau carré valant

$$39 \quad \text{et} \quad 25 \quad \text{ou} \quad 64.$$

Le côté de ce carré vaudra donc

$$8,$$

c'est-à-dire que *radix* et 5 font

$$8$$

et que, par conséquent, *radix* est

$$3;$$

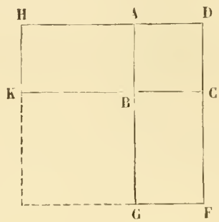
d'où l'on voit que

$$\textit{radix} = \sqrt{39 + 5^2} - 5.$$

Seconde méthode. — *Census* est encore le carré ABCD, et *radix* est l'un de ses côtés (*fig.* 3);

On prend CF et AH égaux à la moitié seulement du nombre

Fig. 3.



10 des *radices* et on achève les deux rectangles CFGB et AHKB ; la figure entière représente

Census et 10 *radices*,

et doit valoir

39.

Si l'on y ajoute le carré marqué en pointillés, formé dans l'angle B, et qui vaut

25,

la figure vaudra alors

39 et 25 ou 64;

mais cette figure sera un nouveau carré dont le côté vaudra

8,

et comme il surpassera *radix* de 5, *radix* vaut donc 3 ; etc.

SECOND CAS.

L'équation à résoudre est de la forme

$$x^2 + q = px;$$

dans l'espèce, il s'agit de l'équation

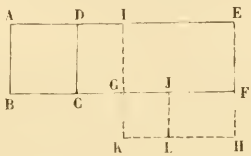
$$x^2 + 21 = 10\,x.$$

ou

census et 21 dragmes égalent 10 *radices.*

Supposons que *census* soit représenté par le carré ABCD (*fig.* 4), de sorte que *radix* le soit par AB, et supposons que

Fig. 4.



le rectangle DEFC, dont l'un des côtés est *radix* vaille 21, alors la figure entière, ou le rectangle AEFB, valant

census et 21,

vaudra aussi

10 *radices;*

et, puisque l'un de ses côtés AB est radix, l'autre BF vaudra

10.

Prenons le milieu de ce côté BF en G et formons le carré IEHK, qui vaudra

25;

enfin prenons FJ égal à DC, et achevons le rectangle FJLH, qui sera égal à DIGC; le petit carré GJLK sera égal à

$$25 - 21 \quad \text{ou} \quad 4;$$

donc son côté sera égal à

$$2.$$

Mais il est égal à CG, et BG vaut 5, donc

BC ou *radix* vaut 3;

et l'on voit que

$$radix = 5 - \sqrt{25 - 21}.$$

Mais la question comportait une seconde solution

$$radix = 7,$$

que la chinoiserie précédente ne fournit pas et dont *Maumetus* ne parle pas, du moins dans cet endroit, car il la connaît bien et la dénonce clairement dans la première partie, ce qui me paraît confirmer mon hypothèse, que la démonstration par casse-têtes n'est pas de lui.

Il dit dans la première partie, pour ce cas, et pour la même équation :

« Que si tu veux, tu ajouteras cette même racine de 25 moins 21, à la moitié du nombre des *radices*, ce qui te fera

$$7$$

pour *radix*, et *census* sera

$$49.$$

« Lors donc que la question te conduira à ce capitule, tu verras si tu rencontres la vérité par l'addition. Autrement ce sera par la diminution.

« Au reste, des trois capitules, celui-là est le seul dans lequel il puisse y avoir doute.

« Et sache que, dans ce capitule, la question est impossible, si le carré de la moitié du nombre des *radices* fait moins que le nombre des dragmes qui sont avec *census*. »

Nous verrons que Cardan a refait la figure pour ce capitule et obtenu la seconde solution.

TROISIÈME CAS.

L'équation est de la forme

$$px + q = x^2,$$

et l'exemple choisi est

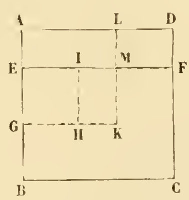
$$3x + 4 = x^2,$$

ou

3 *radices* et 4 dragmes égalent *census*.

Soit encore ABCD (*fig.* 5) le carré qui représente *census*, de sorte que AB soit *radix* ;

Fig. 5.



prenons BE égal à 3, EFCB représentera 3 *radices*; par conséquent ADFE sera égal à 4, puisque

$$3 \, radices + 4 = census;$$

prenons le milieu G de EB et construisons le carré EGHI; il

vaudra

$$\left(1\tfrac{1}{2}\right)^2 \quad \text{ou} \quad 2\tfrac{1}{4};$$

construisons également le carré AGKL : le rectangle LDFM sera égal au rectangle IHKM, car LD sera égal à GB ou à EG ou à IH, et LM sera égal à IM comme étant tous deux égaux à AG — EG. Le carré ALKG sera donc équivalent à la somme du rectangle ADFE et du carré EGHI; il vaudra donc

$$4 + 2\tfrac{1}{4} = 6\tfrac{1}{4}:$$

son côté AG vaudra donc

$$\sqrt{6\tfrac{1}{4}} \quad \text{ou} \quad 2\tfrac{1}{2}.$$

AB lui-même, ou *radix*, vaudra donc

$$2\tfrac{1}{2} + 1\tfrac{1}{2} \quad \text{ou} \ 4 .$$

Ainsi *radix* sera égal à

$$\tfrac{1}{2}3 + \sqrt{\left(\tfrac{1}{2}3\right)^2 + 4}.$$

Cette théorie est bien compliquée, et, à ce point de vue, elle ne vaut pas les nôtres; mais il me semble qu'elle dénote chez les inventeurs, quels qu'ils soient, des facultés de combinaison que nous ne possédons pas, ou que nous ne possédons plus, selon que l'ôn admettra que ces qualités ont appartenu à une race particulière ou que nos esprits façonnés sur un nouveau modèle, par l'usage exclusif de méthodes plus régulières, ont subi une sorte de paralysie partielle, faute d'exercice.

Il serait entièrement inutile de revenir sur les deux premières parties du traité que nous analysons; elles ne contiennent, comme

nous l'avons dit, la première, que les énoncés des règles de résolution des équations du second degré, et la seconde, que la règle pour la multiplication de deux binômes, tels que

res et un nombre,

ou

res diminué d'un nombre.

Nous remarquerons seulement que les signes des quatre termes qui composent le produit sont nettement indiqués, sans mélange d'aucune fausse métaphysique.

La quatrième partie contient les énoncés de nos règles

$$a\sqrt{b} = \sqrt{a^2b}$$

et

$$\sqrt{a}\sqrt{b} = \sqrt{ab}.$$

Enfin, voici quelques énoncés de problèmes résolus dans la cinquième partie.

Diviser 10 en deux parties telles, que la somme de leurs carrés fasse 58.

Diviser 10 en deux parties telles, que la différence de leurs carrés fasse 40.

Je remarquerai seulement, sur cette dernière question, que Maumetus n'a pas encore l'esprit de diviser 40 par 10 pour avoir la différence 4 des deux nombres cherchés. Mais il n'y a plus longtemps à attendre : 600 ans seulement.

MUSA OU MOUSA BEN SCHAKER.

Il vivait près de Bagdad au commencement du IXe siècle et composa un grand ouvrage intitulé *Les Sources de l'Histoire.*

Il avait, dit M. Cantor, été brigand dans sa jeunesse, ce qui ne l'empêcha pas de prendre une situation importante à la cour du khalife Al-Mamoun et de gagner à ce point la faveur de son souverain, qu'à sa mort celui-ci se chargea de l'éducation des trois fils de son favori.

Ces trois fils Ahmed, Haçan et Mohammed sont restés célèbres.

MOHAMMED BEN MUSA BEN SCHAKER.

(Né en 825. Mort en 873.)

C'est le plus célèbre des trois frères; il fut un des astronomes chargés par Al-Mamoun de mesurer un degré du méridien dans la plaine de Sindjar.

Il a laissé un traité sur l'attraction, intitulé *Kab al Adscher*, des tables astronomiques, et un *Traité du mouvement des corps célestes.*

Il est, de plus, avec ses deux frères Ahmed et Haçan, l'auteur d'un traité de Géométrie qui a été traduit en latin, sous le même titre que l'Algèbre qui leur avait été attribuée:

Verba filiorum Moysi filii Schaker, Mahumeti, Hameti, Hasen.

Cet ouvrage est malheureusement resté manuscrit ou du moins on n'en a publié que quelques fragments où l'on trouve, notam-

ment, la démonstration de la formule de l'aire d'un triangle en fonction des trois côtés.

AHMED BEN MUSA BEN SCHAKER.

Il écrivit à part un *Traité des machines* et un *Livre de Musique*.

HAÇAN OU HASEN BEN MUSA BEN SCHAKER.

Il a laissé un *Traité du cylindre* et un *Traité sur la trisection de l'angle*.

Il fut, avec son frère Mohammed, chargé par Al-Mamoun de rechercher tous les livres de sciences qu'on pourrait trouver en Asie Mineure, en Égypte et en Perse et de les traduire ou de les faire traduire.

THÉBIT BEN CORRAH BEN HAROUN.

[Né à Harran (Mésopotamie) en 835, mort en 900.]

Son vrai nom est Thabet. Il connaissait à fond le grec, le syriaque et l'arabe, et possédait des connaissances étendues en Mathématiques, en Astronomie et en Médecine.

Thébit composa environ cent cinquante ouvrages en arabe et seize en syriaque. Il a donné des traductions des *Éléments* d'Euclide, du *Traité de la Sphère et du Cylindre* d'Archi-

mède, de l'*Almageste* de Ptolémée, des *Sections coniques* d'Apollonius de Perge.

Il appartenait à la secte des Sabbéens et jouissait cependant d'une grande faveur auprès du calife Motaded, qui l'admit dans son intimité comme astronome.

Il est connu par son système dit *de la trépidation*, qui fut acccueilli d'abord par tous les astronomes et qui infecta, dit Delambre, les tables astronomiques jusqu'à Tycho. Ce système est développé dans un ouvrage resté inédit et dont il existe un exemplaire latin à la Bibliothèque Nationale sous le titre : Thébit ben Chorah, *De motu octavæ spheræ*. Pour rendre compte de la variation des points équinoxiaux, il imaginait une écliptique mobile accrochée à deux petits cercles centrés sur l'équateur, et glissant sur eux. Dans ce système, les points équinoxiaux avançaient et rétrogradaient alternativement de 10° sur l'équateur regardé comme fixe.

RHASÈS (MOHAMMED-ABOU-BEKAR-IBN-ZACARIA).

(Né à Ragès dans le Koraçan vers 840, mort en 923.)

Célèbre médecin arabe, il dirigea successivement les hôpitaux de Bagdad, de Joudisabar et de Ragès. On lui attribue la découverte de l'acide sulfurique qu'il obtenait par la distillation du sulfate de fer; il donna aussi une recette pour la fabrication de l'eau-de-vie.

AL-BATEGNIUS (MOHAMMED BEN GEBER ALBATANI).

[Né à Batan (Mésopotamie) en 850, mort en 929.]

Il était prince et résidait à Aracte ou Racha en Mésopotamie. C'est l'un des meilleurs astronomes du moyen âge et le premier qui ait fait progresser la Science depuis Ptolémée.

Le principal de ses ouvrages a été traduit par Plato Tiburtinus, sous le titre : *Mahometis Albatenii de Scientia stellarum liber*. Cette traduction a été publiée à Bologne en 1645 par Régiomontanus, avec des commentaires et additions, d'après un manuscrit qui existait à la bibliothèque du Vatican.

Albategnius suit Ptolémée pas à pas, mais il le corrige sur un assez grand nombre de points et généralement avec avantage. C'est pourquoi, sans attacher à son œuvre une trop grande importance, nous en rendrons cependant compte avec quelques détails.

Le premier service qu'Albategnius ait rendu à l'Astronomie a été d'introduire, en Trigonométrie, les sinus des arcs au lieu des moitiés des cordes des arcs doubles. Nous avons vu qu'Aryabhata avait eu la même idée; Albategnius ne paraît pas l'avoir empruntée aux Hindous.

« Le diamètre, dit-il, qui divise un arc en deux parties égales, divise aussi la corde en deux parties égales. Or la corde est au diamètre comme la demi-corde est au rayon. Ainsi, quand on a un arc, au lieu de le doubler pour en chercher la corde, on peut s'en tenir à l'arc simple et considérer la demi-corde de l'arc double. C'est de ces demi-cordes que nous entendons nous servir dans nos calculs, où il est bien inutile de doubler les arcs. Ptolémée ne se servait des cordes entières que pour la facilité des

démonstrations; mais nous, nous avons pris les moitiés des cordes des arcs doubles dans toute l'étendue du quart de cercle, et nous avons écrit ces demi-cordes directement à côté de chacun des arcs, depuis 0° jusqu'à 90°, de demi-degré en demi-degré. Ainsi la moitié de la corde de 60° se trouve vis-à-vis l'arc de 30°, et ainsi des autres. En sorte que quand nous parlerons de corde dans tout ce Traité, il faudra entendre la demi-corde de l'arc double. »

On sait que Ptolémée donnait pour valeur à l'obliquité de l'écliptique sur l'équateur

$$23°51'20''.$$

Albategnius voulut vérifier cette donnée essentielle et voici ce qu'il dit :

« Ptolémée, dans son livre, en citant Hipparque, insinue que l'intervalle entre les tropiques est de 47°42'40''; mais nous, avec une alidade et un côté, après avoir exécuté une division, la plus parfaite qu'il nous a été possible, et avoir vérifié l'instrument, nous avons observé la plus petite distance au zénith, de 12°26', et la plus grande, de 59°36', d'où il résulte que l'arc entre les tropiques est de 47°10', que l'obliquité n'est que de 23°35' et la hauteur du pôle à Aracte, de 36°. »

Albategnius croyait que la différence tenait seulement à ce qu'il avait mieux fait les observations, mais une erreur de 16' aurait du le mettre sur la voie de la découverte de la diminution de l'obliquité de l'écliptique. Beaucoup d'astronomes trouveront encore pendant longtemps des nombres de moins en moins grands, sans soupçonner le fait. D'après Delambre, l'erreur commise par Albategnius ne serait guère que d'une minute.

On sait qu'Hipparque faisait l'année tropique de $365^j \frac{1}{4} - \frac{1}{300}$; Albategnius trouva

$$365^j 5^h 46^m 24^s,$$

quantité trop faible de $2^m 26^s$, mais plus exacte que celle donnée par Hipparque.

Albategnius corrigea aussi la valeur de l'excentricité de l'orbite solaire; il trouva

$$0,0173.$$

Il trouva d'ailleurs que le point apogée n'était plus à la place indiquée par Ptolémée.

Il faisait la précession des équinoxes de $\frac{1}{66}$ de degré par an.

Les anciens n'avaient, pour déterminer les dimensions de notre système planétaire, aucune méthode capable de donner de bons résultats, surtout avec des observations telles que leurs instruments pouvaient les fournir; il ne faut donc pas s'attendre à ce qu'Albategni ait avancé la question. Mais il peut être intéressant de savoir à quels nombres il s'était arrêté.

Il faisait varier le diamètre de la Lune entre $29' 30''$ et $38' 30''$, il donnait 1108 demi-diamètres terrestres à la distance moyenne du Soleil à la Terre, d'où résultait, pour le Soleil, une parallaxe de $3'$ environ. Au reste, Ptolémée avait donné le même nombre. Il faisait le diamètre du Soleil égal à cinq fois et demie celui de la Terre; des observations plus exactes que celles de Ptolémée l'avaient conduit à admettre la possibilité d'éclipses annulaires du Soleil.

Mais tout ce qui se rapporte aux planètes est absolument de pure fantaisie.

La distance périgée de Mercure est de 64 demi-diamètres ter-

restres et la distance apogée de 166. Les cercles de Mercure et de Vénus passent entre la Lune et le point où le Soleil est périgée; le volume de Mercure est $\frac{1}{19000}$ de celui de la Terre; les distances périgée et apogée de Vénus sont 166 demi-diamètres terrestres et 1070; le diamètre de Vénus est $\frac{1}{10}$ de celui du Soleil!

La distance apogée de Mars est sextuple de sa distance périgée; l'une est de 1176 demi-diamètres terrestres et l'autre de 8022; le diamètre de cette planète est une fois celui de la Terre et $\frac{1}{9}$.

Les distances périgée et apogée de Jupiter sont 8423 et 12420 demi-diamètres terrestres; son volume est 81 fois celui de la Terre.

Les distances de Saturne sont 6324 et 18094 demi-diamètres terrestres; son volume est 79 fois celui de la Terre.

Il y a douze étoiles de première grandeur qui sont à 19000 demi-diamètres terrestres de nous et dont le volume est 102 fois celui de la Terre.

Il est juste, au reste, d'ajouter qu'Albategnius ne dit pas avoir trouvé ces nombres; il les donne comme connus et acceptés par tout le monde. Il se sert des expressions : on sait, personne ne met en doute, etc.

Albategnius ne s'était pas borné à substituer les sinus aux cordes, il avait refondu la Trigonométrie et découvert même la relation entre les trois côtés d'un triangle sphérique quelconque et un angle.

Il ne fait pas souvent usage des tangentes, mais il les connaissait sous le nom d'*ombres*; l'un des côtés de l'angle droit d'un triangle rectangle prenait le nom de *gnomon*, par rapport à l'autre, qui recevait celui d'*ombre*.

Nous devons malheureusement ajouter qu'Albategnius croyait aux sphères solides, mais transparentes, enchassées les unes

dans les autres, ayant chacune deux ou trois mouvements, et auxquelles étaient accrochés séparément tous les astres.

Tous les astronomes arabes ont partagé cette croyance qu'ils avaient sans doute puisée dans Aristote, dont ils étaient grands admirateurs. Ptolémée avait eu le bon esprit de se garder de cette folie.

Ils étaient aussi tous astrologues.

Quant aux autres savants, ils cherchaient, les uns la panacée universelle, et les autres la pierre philosophale.

Ils avaient, s'il est permis de le dire, l'imagination crédule.

C'est aujourd'hui la mode de crier bien haut qu'on a fait tort aux Hindous et aux Arabes.

On n'a pas encore, il est vrai, essayé de transformer Euclide, Archimède, Apollonius, Hipparque et Ptolémée en petits garçons, mais on ne serait pas éloigné de chercher à porter à leur hauteur quelques demi-grands hommes récemment découverts. La distance est un peu trop grande.

Delambre est particulièrement accusé d'avoir été injuste envers les deux peuples qui ont trouvé de si ardents avocats. Il a cependant assez glorifié l'invention du zéro et celle des sinus et tangentes ! J'avoue que je pense un peu comme Delambre, et que la résolution de l'équation du second degré, 700 ans après Euclide, ne me paraît même pas un trait de génie.

D'un autre côté, je remarque que les gens qui réclament le plus bruyamment en faveur des deux peuples dont il s'agit, nous offrent plus d'hypothèses que de réalités, sans compter les exclamations : Ah ! si leurs ouvrages nous étaient parvenus ! Si l'on n'avait pas ruiné la civilisation arabe ! etc.

Mais il me semble que lorsque les Maures ont été chassés

d'Espagne, ils étaient les plus nombreux et les plus riches, outre que les plus savants.

Enfin, si l'on compare ce qu'ont fait les Arabes et les Persans en cinq ou six cents ans, à ce que les Occidentaux ont fait depuis quatre siècles, il me semble qu'on trouvera que le rapport touche de bien près à zéro.

En admettant que nous devions 1 aux Arabes, nous devons bien 100 000 aux Grecs.

ALFRAGAN (MOHAMMED EBN COTHAÏR).

[Né à Forgana (Sogdiane) vers 930.]

A laissé des *Éléments d'Astronomie*, extraits des ouvrages de Ptolémée; un *Traité des horloges solaires* et une description de l'astrolabe.

ABOUL WEFA AL BUZGIANI.

(Il vivait à Bagdad à la fin du xe siècle.)

La Bibliothèque Nationale possède une copie manuscrite de son *Almageste*. M. Sédillot en a donné une traduction. C'est le plus ancien ouvrage où les tangentes et cotangentes, les sécantes et cosécantes soient employées régulièrement dans le calcul trigonométrique. Aboul Wefa en avait joint de nouvelles tables à celles des sinus et cosinus. Il désignait la tangente sous le nom d'*ombre prime* de l'arc et la sécante sous celui de *diamètre de l'ombre;* la cotangente s'appelait *ombre droite*. Nous avons déjà dit l'origine de ce mot *ombre*.

MOHAMMED-BEN-YAHYA, BEN-ISMAIL.

[Né à Bouzdjan (Khoraçan), mort en 998.]

Il corrigea les observations astronomiques faites par ordre du calife Almamoun, et consigna le résultat de ses observations dans une table appelée *Alzydje al Chamil* (Table générale).

MARCUS-GRÆCUS.

(xe siècle.)

On ne sait où il vivait. Il a laissé un ouvrage manuscrit intitulé : *Liber ignium ad comburendos hostes* où l'on trouve la composition du feu grégeois et de la poudre, ainsi que les moyens d'obtenir par distillation l'eau-de-vie et l'huile de térébenthine.

Voici la recette qu'il donne pour le feu grégeois : « prenez du soufre pur, du tartre, de la sarcocolle, de la poix, du salpêtre fondu, de l'huile de pétrole et de l'huile de gomme; faites bien bouillir tout cela ensemble; trempez-y ensuite de l'étoupe et mettez-y le feu; il se communiquera à toutes choses et ne pourra être éteint qu'avec de l'urine, du vinaigre ou du sable. » C'est à peu près la composition indiquée par Jules l'Africain.

Voici ce que dit Marcus-Græcus de la fabrication de la poudre : « prenez une partie de soufre pur, deux de charbon de vigne ou de saule et six de salpêtre; broyez de manière à obtenir une poudre très fine. »

Il obtenait l'eau-de-vie en distillant du vin dans lequel il versait du soufre en poudre, du tartre et du sel.

GERBERT.

(Né à Aurillac en Auvergne vers 940, mort à Rome en 1003.)

Il fut élevé par charité, dit-on, à l'école attenante au monastère de Saint-Gerauld, à Aurillac. Il avait pris l'habit au sortir de l'enfance. Il fut emmené en Espagne par le comte de Barcelone, et y étudia sous des maîtres arabes. Il alla à Rome, et le pape Jean XIII, émerveillé de son savoir, lui donna l'abbaye de Bobbio, où il ouvrit une école qui fut bientôt célèbre, mais d'où l'ignorance et les préjugés le chassèrent; il s'enfuit en Allemagne à la cour d'Othon.

L'archevêque de Reims, Adalberon, l'appela près de lui, et Gerbert ouvrit dans cette ville une nouvelle école.

Arnould, fils naturel de Lothaire, avait remplacé Adalberon en 988; Gerbert le fit déposer et obtint sa place du roi Hugues-Capet, malgré l'opposition du pape Jean XV.

Cependant, Gerbert fut déposé en 996, sous le roi Robert. Il retourna alors en Allemagne près de l'empereur Othon III, dont il avait été autrefois le précepteur; celui-ci obtint pour lui, de Grégoire V, le siège archiépiscopal de Ravenne.

Enfin, il fut élu pape en 999, sous le nom de Sylvestre II. Son énergie et son habileté rétablirent en quatre ans la paix troublée à peu près par toute l'Europe.

Les œuvres de Gerbert ont été publiées en 1867 par M. Olleris, professeur à Clermont. Les ouvrages mathématiques que l'on y trouve sont : *Regula de abaco computi*, dont il se servait probablement dans son enseignement à Reims, et qui a pour but l'exposition des méthodes de calcul sur l'Abacus; *Libellus de numerorum divisione*; *Geometria*, qui contient les formules des

mesures souvent fausses, des surfaces, comme chez les Hindous, et où, dans un quadrilatère, on considère, encore comme chez les Hindous, un des côtés comme la base; le côté opposé, que les Indiens appelaient *sommet*, recevant le nom de *coraustus*.

Ces analogies semblent indiquer que les ouvrages hindous avaient déjà pénétré en Occident, car rien n'est moins prouvé que le voyage de Gerbert à Tolède, voyage que nous avons mentionné parce qu'il fait partie de la légende. Le comte de Barcelone, Borel, paraît lui-même assez légendaire. En tout cas, il semble assez peu probable qu'il eût des relations bien suivies avec les Arabes.

EBN JOUNIS.

(Né vers 950, mort en 1008.)

Il est regardé comme un des plus habiles astronomes arabes. L'ouvrage qu'on a de lui est intitulé : *Livre de la grande table Hakemite* (du nom du calife Hakem) *observée par le cheik, l'iman, le docte, etc., Aboul-Hassan, Ali Ebn Jounis.* La Bibliothèque nationale, qui en possédait une copie très incomplète, en a fait prendre une autre en 1810 sur un manuscrit existant à la Bibliothèque de Leyde, mais celle-ci ne contenait encore que la moitié à peu près de l'ouvrage; M. Sédillot en a depuis retrouvé vingt-huit chapitres qui sont les plus intéressants.

Outre de nombreuses observations, on y trouve l'histoire de la mesure d'un degré du méridien sous Al-Mamoun par les Arabes Send ben Ali et Kaled ben Abdal-Malek; des corrections aux valeurs numériques assignées par Ptolémée à l'obliquité de l'éclip-

tique, qu'Ebn Jounis fait de 23° 35′, à la précession des équinoxes et à la parallaxe du Soleil, qu'il suppose encore de deux minutes.

On trouve aussi dans cet ouvrage les solutions presque modernes d'un grand nombre de problèmes de Trigonométrie rectiligne et sphérique; des tables de tangentes ou ombres, et le premier exemple de transformation d'un produit de sinus ou de cosinus en somme ou en différence. Mais on regrette d'y voir que le stationnement d'une planète a lieu lorsque cette planète se trouve au point de contact du rayon visuel mené tangentiellement à son épicycle. Cette idée est d'abord contraire aux observations, mais, de plus, comme le remarque Delambre, le mouvement apparent de la planète sur son épicycle étant nul en ce point de contact, il serait resté le mouvement du centre de l'épicycle, sur le déférent.

ALPÉTRAGE.

Nous avons dit qu'Eudoxe, Aristote et d'autres Grecs antérieurs à Hipparque, avaient cru à l'existence de sphères matérielles transparentes auxquelles étaient attachés les étoiles, les planètes, la Lune et le Soleil.

Rien n'autorise à penser qu'Hipparque ait partagé cette croyance absurde, et, quant à Ptolémée, il en aurait dit quelques mots, que ce ne serait pas une raison suffisante pour la lui attribuer, parce qu'elle n'apparaît en rien dans ses principales théories.

Mais les Arabes restaurèrent cette vieille idée et y ajoutèrent

une foi d'autant plus entière qu'ils croyaient peut-être plus encore à Aristote qu'à Ptolémée.

Albategni et Ebn Jounis reconnaissent sept sphères, et nous avons vu que Thabet en avait imaginé une huitième.

Alpétrage pensa qu'il en fallait au moins neuf, et l'on ne peut pas dire que ce fut trop pour tant de mouvements divers.

Le livre d'Alpétrage a été publié à Venise, en 1531, sous le titre :

Alpetragii Arabi planetarum theorica physicis rationibus probata, nuperrime latinis litteris, ab hebrao idiomate, translata a Calo Calonymos Hebræo Neapolitano.

On ne sait d'ailleurs rien de la vie d'Alpétrage ; il était probablement né en Espagne.

VAÏDJAN OU VIDJAN (ABO, SAHL, MOHAMMED).

(x^e siècle.)

Il fut nommé en 988, par l'émir de Bagdad, directeur de l'Observatoire qui venait d'être établi dans cette ville. Il a écrit, entre autres ouvrages : *Commentaires sur les Éléments d'Euclide; De la construction et des usages de l'astrolabe; Addition au second livre d'Archimède sur les centres de gravité.*

ALHAZEN, HASSAN-BEN-HAÏTHEM.

(Né à Bassora vers 980; mort au Caire en 1038.)

Il a laissé un commentaire de l'*Almageste;* un autre sur les *Définitions adoptées par Euclide;* un *Traité d'Optique* publié

par Rismer en 1572, sous le titre : *Alhazen Opticæ thesaurus*, à la suite de celui de Vitellon ; un *Traité de perspective ;* et un *Traité des crépuscules*, enfin un *Traité des connues géométriques*, que M. Sédillot a découvert en 1834 à la Bibliothèque nationale et dont il a donné une traduction.

Le *Traité des connues* est divisé en deux livres. « Le premier, dit Hassan, comprend des choses tout à fait neuves et dont le genre même n'a pas été connu des anciens géomètres, et le second contient une suite de propositions analogues à celles qui ont été traitées dans le livre des *Data* d'Euclide, mais qui ne se trouvent pas dans cet ouvrage. »

Les propositions du premier livre roulent, en effet, sur des questions de lieux, tandis que celles que contenaient les *Data* d'Euclide se rapportaient à des figures invariables. Voici deux exemples des questions traitées par Hassan : « Si de deux points connus on mène des droites faisant entre elles un angle connu et que l'on prolonge l'une d'elles d'une quantité qui soit avec sa longueur primitive dans un rapport connu, l'extrémité du prolongement sera sur une circonférence connue de position. »

Il est difficile de croire que cette proposition eût paru nouvelle à Euclide.

« Lorsque deux cercles connus sont tangents intérieurement, si l'on mène au plus petit une tangente terminée à la circonférence du grand et qu'on joigne l'extrémité de cette tangente au point de contact des deux cercles, le rapport de cette dernière ligne à la tangente sera connu. »

« Cet ouvrage, dit M. Chasles, est le seul, jusqu'à ce jour, qui nous ait présenté une apparence d'analogie avec le *Traité des Porismes* d'Euclide. Cette circonstance lui donna du prix à nos

yeux, et la découverte de cet opuscule, qui vient confirmer en quelque sorte l'opinion du savant Castillon, que le traité d'Euclide existait encore au XIII^{e} siècle en Orient, nous permet d'espérer qu'on pourra retrouver, parmi les nombreux manuscrits arabes restés jusqu'ici inconnus au fond des bibliothèques, quelques traces de cette doctrine des porismes. »

Parmi les propositions du second livre, nous citerons les suivantes : « Lorsqu'on a un triangle dont les côtés et les angles sont connus, et que l'on mène une ligne du sommet à la base, si le rapport du carré de la ligne au rectangle formé des deux segments de la base est connu, la ligne menée sera connue de position. Lorsque, de deux points pris sur la circonférence d'un cercle, on mène deux droites qui se coupent en un autre point de cette circonférence, si le rectangle des deux droites est connu, chacune des droites sera connue de grandeur et de position.

« Toutes ces choses, dit Hassan, sont d'une utilité majeure pour la résolution des questions géométriques, et n'ont été dites par aucun des anciens géomètres. »

ALFARABIUS.

Il ne nous est connu que par un ouvrage sur la numération des Arabes, traduit en latin par Gérard de Crémone, et dont M. Libri a découvert un exemplaire à la Bibliothèque nationale.

AVICENNE (ABOU-ALI-AL-HOSSEIN).

(Né en 980 près de Chiraz en Perse, mort à Hamadan en 1037.)

Son père était percepteur d'impôts dans le Khorassan. On dit qu'il savait, à dix ans, l'Arithmétique et l'Algèbre; qu'il étudia ensuite la Géométrie et la Médecine, et fit bientôt des cures extraordinaires.

Il commença à écrire à vingt et un ans.

D'abord favori de plusieurs princes, puis persécuté par d'autres, il se réfugia à Ispahan, où il fut comblé d'honneurs et de richesses. Il mourut dans une expédition où il avait accompagné son bienfaiteur.

Il a été surnommé par ses compatriotes le *Prince des médecins*. Il a laissé un grand nombre d'ouvrages : *Origo et resurrectio*, *observationes astronomicæ*, *Compendium de l'Almageste*, *Canon medicinæ*, *Collection* encyclopédique, *Exposition des racines du Calcul et de l'Arithmétique*, etc.

Il donne, dans son *Exposition des racines du Calcul et de l'Arithmétique*, les règles de la preuve par 9 d'une addition, d'une soustraction, d'une multiplication et d'une division. Il donne le nom de radical d'un nombre à l'excès de ce nombre sur le plus grand multiple de 9 qui y soit contenu, et indique parfaitement la méthode pour trouver ce radical.

AL-KARKHI.

(Enseignait à Bagdad vers 1010.)

Il a laissé deux ouvrages importants, un *Traité d'Arithmétique*, comprenant des notions de planimétrie et de stéréométrie,

traduit en allemand par M. Hochheim en 1878; et un *Traité d'Algèbre* analysé avec beaucoup de détails par M. Wœpcke en 1853.

D'après M. Wœpcke, Al-Karkhi procéderait plutôt des Grecs que des Hindous. Il ne se sert jamais d'aucun chiffre, il écrit toujours tous les nombres en toutes lettres. Cependant, lorsqu'il traite des opérations d'Arithmétique, il a soin de recommander de placer convenablement les résultats partiels, de façon que les unités de même ordre se trouvent dans une même colonne.

Son Traité d'Algèbre est en partie calqué sur celui de Mohammed-ben-Musa, toutefois il indique, pour la résolution de l'équation du second degré, la méthode qui consiste à rendre carré le membre qui contient l'inconnue; mais il attribue cette méthode à Diophante. Il y traite quelques cas de l'équation

$$x^2 + a = y^2.$$

GEBER-MOHAMMED-BEN-APHLA.

(Astronome arabe né à Séville au commencement du XI^e siècle.)

Gérard de Crémone a traduit en latin et publié à Nuremberg en 1533 les œuvres de Geber, sous le titre :

Gebri filii Affla Hispanensis, de Astronomia libri IX, in quibus Ptolemæum, alio qui doctissimum emendavit, alicubi industriâ superavit. Omnibus Astronomiæ studiosis haud dubie utilissimi futuri.

Geber critique beaucoup la méthode compliquée par laquelle

Ptolémée, d'après Ménélaüs, parvient aux formules de Trigonométrie sphérique. Au reste, il démontre deux formules importantes, dont l'une était certainement inconnue non seulement à Ptolémée, mais encore à Albategni et à Ebn Jounis, et dont l'autre, qui pouvait se déduire assez facilement de formules données par Ptolémée, n'avait cependant pas été expressément exprimée. La première est la relation entre les deux angles obliques d'un triangle rectangle et un côté de l'angle droit, et l'autre la proportion entre les sinus des angles d'un triangle sphérique quelconque et les sinus des angles opposés.

Geber cherche encore à Ptolémée beaucoup d'autres querelles, mais avec moins de bonheur.

ABEN-EZRA (ABRAHAM BEN MEÏR).

(Né à Tolède vers 1093, mort à Rome en 1167.)

C'est un des rabbins juifs les plus célèbres. Il naquit entre 1093 et 1096 et demeura longtemps à Cordoue. Il fit ensuite de nombreux voyages. Ainsi le docteur Steinschneider le trouve à Béziers, en 1136; à Rome, en 1140; dans le nord de l'Afrique et en Palestine, de 1140 à 1145; à Lucques et à Mantoue, en 1145; à Verone, en 1146; à Béziers, en 1155; à Rodez, en 1156; à Londres, en 1158; à Narbonne, en 1160, et enfin à Rome, en 1167.

La tradition le faisait aussi voyager dans l'Inde, d'où il aurait rapporté différentes connaissances mathématiques qu'il donne comme empruntées aux Hindous, mais il paraît que ce voyage n'aurait pas eu lieu.

Il a laissé un *Traité d'Arithmétique* (mot à mot, *Livre du Nombre*) dont M. Terquem a donné, dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, une analyse insuffisante. Voici, d'après M. Rodet, les particularités les plus saillantes que présente cet ouvrage : « L'auteur y fait usage du système décimal à neuf chiffres, avec le zéro qu'il appelle une roue, un rond. Il se distingue donc entièrement des Abacistes et appartient franchement à l'école arabe. Il note la proportion a est à b comme c est à d sous la forme

$$\begin{array}{|c|c|} \hline a & b \\ \hline c & d \\ \hline \end{array}$$

Il ne parle pas de la règle de double fausse position. Il vérifie toujours ses calculs au moyen de la preuve par 9, qu'il appelle, comme les Arabes, *la balance*.

Il fait, à la fin de son Arithmétique, les réflexions suivantes sur la valeur de π :

« Les savants de la mesure disent que le fil entourant est 3 fois le diamètre plus $\frac{1}{7}$, ce qui est, en nombres, comme 22 à 7. Il s'ensuit que, si le diamètre est 1°, le fil entourant sera $3^{\circ}\ 8'\ 34''\ 17'''\ 8^{\text{IV}}$. Or Archimède a fait voir que c'est moins que cela, car, dit-il, le nombre à ajouter est moindre que 10 divisé par 70,5 et alors ce qu'il faut ajouter à 3 entiers est $8'\ 24''\ 32'''$. Les savants de l'Inde disent que, si le diamètre est 2000, le fil entourant sera 62 838, en sorte que, si le diamètre est 1°, le fil entourant sera $3^{\circ}\ 8'\ 33''\ 42'''$. »

Les autres ouvrages scientifiques d'Aben Ezra sont :

Le Livre des Nativités, traité d'Astrologie qui a eu sa période de célébrité; *Réponse à deux questions chronologiques de David de Narbonne; Tables astronomiques; Traité du Calendrier des fêtes; Traité de l'Astrolabe* qu'il appelle instrument d'airain. C'est, je crois, la première fois qu'on voit mentionner les métaux dans la construction des appareils astronomiques.

Aben-Ezra a aussi laissé quelques traductions de l'arabe en hébreu.

L'exemple d'Aben-Ezra montre que les Juifs, au moyen âge, ont été de puissants auxiliaires, pour la vulgarisation des connaissances scientifiques, et qu'ils l'emportaient de beaucoup sur les chrétiens par leur savoir.

BHASKARA.

(Né en 1114.)

Il fut le sixième successeur de Brahma-Gupta à la tête du collège des astronomes d'Oujjein.

Son œuvre porte le titre de *Siddhânta Ciromani* (aigrette de pierres fines des Traités d'Astronomie) Trois chapitres seulement en ont été traduits, les deux premiers par M. Colebrooke, qui en a donné une version anglaise en 1817 (ce sont la *Lilawati* et le *Bija Ganita*, qui traitent de l'Arithmétique et de l'Algèbre), le troisième, dans la *Bibliotheca Indica*, en anglais également, par Lancelot, Wilkinson Esq. et Bâpu deva Shastri, professeur d'Astronomie à Bénarès. C'est un *Traité de la sphère*.

Bhâskara connaissait vraisemblablement les ouvrages d'Ar-

chimède, à qui il emprunte la valeur approchée $\frac{22}{7}$ du rapport de la circonférence au diamètre.

Son Arithmétique est l'Arithmétique décimale, fondée sur l'emploi des neuf chiffres et du zéro.

Son Algèbre ne va pas au delà de celles d'Aryabhata et de Brahmagupta. Bhâskara est le premier auteur indien qui fasse suivre d'explications en prose ses sentences versifiées.

GÉRARD DE CRÉMONE.

[Né en 1114 à Crémone (Lombardie), mort en 1187.].

Il alla résider à Tolède pour y apprendre l'arabe et s'y familiariser avec les Sciences qui florissaient alors parmi les Maures d'Espagne. Il en rapporta un grand nombre de traductions d'ouvrages relatifs à toutes les Sciences, entre autres celles de l'*Almageste* de Ptolémée, du *Traité des crépuscules* et du *Traité de perspective* d'Alhazen, du livre *De Scientiis* d'Alfarabius, etc.

Un traité d'Arithmétique, *Algorismus magistri Gerardi in integris et minutiis* (c'est-à-dire sur les nombres entiers et fractionnaires), qui se trouve dans la bibliothèque Bodléienne, paraît devoir être attribué à Gérard de Crémone.

Le livre d'Alfarabius a été découvert par M. Libri à la Bibliothèque nationale ; il porte pour titre : *Liber Alfarabii, de Scientiis, translatus a magistro Gherardo Cremonensi, in Toleto de arabico in latinum.* C'est une exposition du système de numération des Arabes.

JEAN DE SÉVILLE (JOANNES HISPALENSIS).

Il était rabbin et s'appelait alors Aben-Dreath ; il se convertit au christianisme et prit le nom qu'on lui donne aujourd'hui. Il paraît s'être fixé alors à Tolède.

Il traduisit plusieurs ouvrages arabes en castillan, puis en latin.

Son *Traité d'Algorisme*, qui a été publié, en 1857, par M. Boncompagni, après avoir été signalé en manuscrit par M. Chasles, est remarquable à plus d'un titre : il contient des exemples de calculs de racines carrées avec parties décimales, ce qui, à mes yeux, paraît prouver que les Hindous prolongeaient leur numération décimale aussi bien en deçà qu'au delà de l'unité, comme je le pensais, sans en avoir de preuves; il contient aussi un chapitre intitulé : *Excerptiones de libro qui dicitur Gebra et Muchabala*, où se trouvent résolus les trois cas de l'équation du second degré, d'après la méthode de Mohammed-ben-Musa. Cette méthode fut importée en Italie, presque en même temps, par Léonard de Pise. Mais Léonard de Pise la répandit par la multiplication des copies de son ouvrage, ce dont M. Chasles n'a pas tenu compte dans sa discussion en faveur de Jean de Séville, avec M. Libri.

LÉONARD DE PISE (*filius Bonacci*, appelé aussi *Fibonacci*).

(Né à Pise vers 1175, mort à une époque incertaine.)

Il séjourna longtemps en Orient, et fit paraître, à son retour, un traité d'Arithmétique et d'Algèbre, l'un des plus anciens qu'on ait vus en Europe et qui a eu la plus grande influence sur le

progrès des Sciences dans le siècle suivant. Le fond de cet ouvrage, que Fibonacci intitule, d'après les Arabes, *Algebra et Almuchabala*, a été puisé dans l'Algèbre écrite vers le milieu du IXe siècle par Mohammed ben Musa Al-Kharizmi, qui lui-même s'était peut-être instruit à l'école des Hindous.

L'Algèbre de Léonard de Pise commence par ces mots : *Incipit Liber Abbaci compositus a Leonardo filio Bonacci Pisano, in anno* 1202. *Novem figuræ Indorum hæ sunt* 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 ; *cum his itaque novem figuris et cum hoc signo* 0 *quod arabice Zephirum appellatur, scribitur quilibet numerus*, etc.

Cet ouvrage va jusqu'à la résolution des équations du second degré et de celles qui s'y ramènent; mais ce qui le distingue des autres traités d'Algèbre, puisés dans les livres arabes, et le rend particulièrement remarquable, c'est l'application qui y est faite pour la première fois des moyens d'investigation que l'Algèbre peut offrir aux spéculations géométriques.

Les Arabes avaient puisé à deux sources entièrement distinctes; ils s'étaient instruits concurremment dans les ouvrages didactiques grecs, où non seulement l'idée de substituer des calculs sur les mesures des grandeurs aux combinaisons imaginées sur ces grandeurs n'est jamais entrevue, mais où même on ne trouve pas les formules des mesures des aires les plus simples, au moyen des mesures de leurs dimensions; et dans les ouvrages postérieurs des Hindous, où, au contraire, l'accord des deux méthodes paraît s'être établi dès le principe, conformément aux usages modernes.

Le traité de Léonard de Pise procède des ouvrages arabes d'origine hindoue. L'auteur y montre une intelligence très nette de le concordance nécessaire des résultats obtenus par l'une ou l'autre

voie : *Et quia*, dit-il, *Arithmetica et Geometriæ scientia sunt connexæ et suffragatoriæ sibi ad invicem, non potest de numero plena tradi doctrina nisi inserantur geometrica quædam, vel ad geometriam spectantia.* Fibonacci ajoute que souvent les règles de l'Algèbre tirent leur démonstration de constructions géométriques, et les exemples qu'il en donne ont, en effet, servi longtemps de modèles, comme on le voit presque à chaque page de l'*Ars magna* de Cardan.

Le second ouvrage de Fibonacci est intitulé : *Leonardi Pisani de filiis Bonacci practica geometriæ, composita anno* 1220 ; on y trouve, entre autres curiosités, la formule de la mesure de l'aire d'un triangle en fonction de ses trois côtés; l'auteur l'avait prise sans doute dans le traité de Géométrie des trois fils de Musa-ben-Schaker, Mahomet, Hamet et Hasen. Elle se trouvait déjà dans la *Géodésie* de Héron le Jeune, mais elle y était démontrée autrement; la démonstration de Léonard est probablement celle que les Arabes avaient trouvée dans les ouvrages de Brahmagupta, ou déduite de ses formules.

Léonard de Pise avait laissé un troisième ouvrage relatif à l'analyse indéterminée du premier et du second degré, que Lucas de Burgo, dans sa *Somma de Arithmetica,* et Cardan, dans son *Ars magna*, citent souvent sous le titre de *Traité des nombres carrés.*

Cet ouvrage paraissait perdu, depuis une soixantaine d'années; M. Boncompagni a été assez heureux pour en retrouver une copie manuscrite qu'il a publiée à Rome en 1857.

Léonard de Pise y résolvait l'équation $x^2 + y^2 = N$ par des considérations et des figures géométriques ; il ramenait la question à exprimer les solutions de l'équation proposée en fonction

de valeurs particulières de x et de y formant une première solution, et donnait, pour cela, les formules

$$x = \frac{ay' + bx'}{c}$$

et

$$y = \frac{by' - ax'}{c},$$

où x' et y' forment une solution de l'équation proposée et où a, b, c satisfont à la condition $a^2 + b^2 = c^2$; ces formules conviennent évidemment.

Nous venons de dire qu'il s'en fallut bien peu que le *Traité des nombres carrés* de Léonard de Pise ne fût totalement perdu.

Beaucoup d'autres ouvrages de la même époque ou antérieurs, tout aussi intéressants, se trouvent pareillement exposés à une perte d'autant plus probable que les exemplaires qui se trouvent dans quelques bibliothèques forment le point de mire des corsaires bibliomanes.

« L'impression des manuscrits auxquels s'attache un intérêt scientifique et historique, dit M. Chasles à propos précisément de Léonard de Pise, serait, de la part des gouvernements, une digne et utile coopération, peu coûteuse du reste, aux travaux des hommes qui se vouent à l'étude.

« Une seconde mesure à prendre pour arrêter la destruction des raretés littéraires serait l'établissement d'une bibliothèque spéciale destinée aux Sciences, qui deviendrait un centre où chacun se ferait un devoir et un bonheur de porter ses petites propriétés particulières, qu'on laisse perdre aujourd'hui faute de savoir à quoi les réunir pour les rendre utiles et leur assurer une conservation durable. »

Qu'on nous permette d'exprimer ici le regret que le gouvernement ait laissé disperser la collection d'ouvrages scientifiques qu'avait rassemblée M. Chasles.

M. Libri a joint à son *Histoire des Mathématiques en Italie* l'introduction à l'*Abbacus* de Léonard de Pise, et le quinzième chapitre de cet Abbacus, lequel contient les solutions de quelques problèmes de Géométrie et la théorie des équations du second degré, avec des exemples; on trouve aussi dans l'*Histoire* de M. Libri l'introduction à la *Practica Geometriæ*.

Voici la traduction des titres des quinze chapitres dont se compose l'*Abbacus* et dont le dernier seul nous est complètement connu.

I. Des neufs chiffres des Indiens et de la manière d'écrire tous les nombres par leur moyen.

II. De la multiplication des nombres entiers.

III. De l'addition des nombres entiers.

IV. De la soustraction des nombres entiers, les moindres des plus grands.

V. De la division des nombres entiers.

VI. De la multiplication des nombres entiers joints à des fractions, et des fractions entre elles.

VII. De l'addition, de la soustraction et de la division des nombres entiers joints à des fractions.

VIII. De l'achat et de la vente des choses vénales et semblables.

IX. De la baraterie des choses vénales et de quelques autres règles analogues.

X. De la règle de société.

XI. De l'échange des monnaies.

XII. De la règle de fausse position.

XIII. De la règle *Eleatagin*, par laquelle sont résolues presque toutes les questions qui dépendent de la fausse position.

XIV. De l'extraction des racines carrées et cubiques.

XV. Des règles et proportions relatives à la Géométrie et des questions d'Algèbre.

On voit par ces titres que les quatorze premiers chapitres, qui ont pu rendre de grands services aux contemporains de Léonard de Pise n'offriraient que bien peu d'intérêt pour nous. Ils contiennent la première exposition qui ait été publiée en Occident du système de numération des Hindous, adopté par les Arabes. C'est par là qu'il est principalement remarquable, quoique, peut-être, la théorie des règles d'Arithmétique y soit, comme on peut le présumer de la part de l'auteur, mieux présentée que dans les abaques antérieurs.

Quant au quinzième chapitre, j'ai été fort heureux de le trouver dans l'*Histoire* de Libri; mais le résultat de la lecture que j'en ai faite est plutôt négatif que positif : ce quinzième chapitre n'est en effet, dans sa partie théorique, que la reproduction presque textuelle de l'Algèbre de Mohammed ben Musa Al Khârizmi, que j'ai analysée avec assez de détails pour n'avoir pas à y revenir.

Léonard y a seulement ajouté, au commencement, de longs développements sur les proportions, et à la fin, les solutions par l'Algèbre de problèmes de Géométrie de son invention.

Nous nous bornerons à quelques indications sur la nature de ces problèmes. Voici les énoncés de quelques-uns d'entre eux :

« Une lance de 20 pieds est placée devant une tour à une distance horizontale de 12 pieds; on l'abaisse de façon que son sommet vienne s'appuyer sur le mur de la tour; de combien de pieds ce sommet de la lance descendra-t-il?

« Deux lances, l'une de 35 pieds et l'autre de 40, sont dressées à 12 pieds de distance; on abaisse la plus grande de façon que son sommet vienne se placer sur la plus petite; en quel point celle-ci sera-t-elle divisée par le point de contact? »

« Deux tours élevées l'une de 30 pas et l'autre de 40, sont distantes de 50 pas; entre les deux se trouve une fontaine (circulaire, sans doute) vers le centre de laquelle deux oiseaux descendant des hauteurs des deux tours se dirigent du même vol et parviennent dans le même temps; quelles sont les distances du centre de la fontaine aux deux tours? »

M. Libri a certainement rendu service en publiant le texte de ce quinzième chapitre; malheureusement il l'a publié tel que le lui avait envoyé de Florence un copiste assez maladroit à ce qu'il paraît, car il est rempli de fautes, et les figures mêmes ne se rapportent pas toujours au texte.

Quant à l'introduction à la *Practica Geometriæ*, nous n'en donnons pas la traduction, parce que les énoncés qui s'y trouvent n'apprennent rien sur le contenu de l'ouvrage. Au reste, M. Boncompagni a publié l'ouvrage lui-même en 1862.

VINCENT DE BEAUVAIS.

(Né vers 1189, près de Beauvais, mort en 1265.)

Il appartenait à l'ordre des Dominicains, fondé en 1215, et fit partie de l'un des premiers établissements de cet ordre en France, le couvent de Saint-Jacques, à Paris. Saint Louis l'appela près de lui et le nomma son lecteur et son bibliothécaire.

Outre un traité de l'éducation, destiné aux fils de saint Louis

et dédié à la reine Marguerite sa femme, il a laissé une grande encyclopédie en dix gros volumes in-folio, qui a été publiée à Strasbourg en 1473 et réimprimée en 1624. C'est une compilation faite avec plus de jugement, peut-être, que celle de Pline, et, d'ailleurs, plus étendue, puisqu'elle comprend les travaux des Arabes, ou du moins de ceux entr'autres Avicenne, dont il avait pu se procurer les ouvrages; mais ce n'est encore qu'une compilation. Voici ce qu'en dit M. Littré : « Vincent de Beauvais n'a pas su user de tous ses avantages; il a trop pensé à l'antiquité et pas assez à sa propre époque; il est une foule de perfectionnements, connus dès lors, dont il ne parle pas. La boussole commençait à guider les marins; le sucre remplaçait le miel; la cire abondait et déjà quelques essais annonçaient la transformation du feu grégeois en poudre à canon. »

Vincent fut chargé de faire le règlement de l'hospice de Beauvais; voici, d'après M. Dupont-White, un article de ce règlement : « Auparavant qu'aucun malade soit reçu en ladite maison, on aura soin de le faire confesser de ses péchés, et lui faire administrer le saint sacrement, si besoin est, et puis après sera mené au lit où dores en avant sera traité comme seigneur de la maison; il sera chaque jour charitablement soigné avant que les frères ne mangent et lui sera donné, selon le pouvoir d'icelle maison, ce qu'il désirera, pourvu qu'il se puisse trouver et ne lui soit contraire, jusqu'à ce qu'il soit refait et se porte bien, et afin que celui qui sera guéri ne vienne à récidiver en se retirant trop tôt, il lui sera loisible d'y demeurer encore sept jours après, pendant lesquels il sera nourri et sustenté. »

SACRO-BASCO (JEAN DE HOLYWOOD).

(Moine anglais né à Holywood vers 1190.)

Il est l'auteur du premier ouvrage d'Astronomie qui ait été publié en Occident depuis la chute de l'Empire romain. Cet ouvrage, *De sphæra Mundi*, a été longtemps classique et a eu les honneurs de plusieurs commentaires; il a été imprimé à Ferrare en 1472. Ce n'est qu'un abrégé des notions les plus élémentaires de Cosmographie.

Outre son *Traité de la sphère*, la Bibliothèque nationale possède encore de Sacro-Bosco un livre sur le *Comput ecclésiastique*, un *Traité d'Arithmétique* et un dernier ouvrage intitulé : *De compositione quadrantis simplicis et compositi et utilitatibus utriusque*, où l'auteur expose une méthode pour déterminer l'heure par une observation du soleil.

Ces ouvrages manuscrits sont réunis en un volume qui a appartenu à Charles IX.

Sacro-Bosco connaissait les ouvrages d'Albategnius et d'Alfragan, auxquels il fait de nombreux emprunts.

Il a contribué à répandre en Europe la connaissance de la numération décimale des Hindous.

ABOUL-HHASSAN-ALI (DE MAROC).

(Né vers 1200.)

Le principal ouvrage de cet astronome est intitulé : *Traité des instruments astronomiques des Arabes*. Il en existait une copie manuscrite en arabe à la Bibliothèque nationale; M. Sé-

dillot en a publié la traduction en français en 1810. La découverte de cet ouvrage a comblé une lacune importante dans nos connaissances, car on ignorait absolument la gnomonique des Arabes, que Montucla croyait perdue.

Le *Traité des instruments astronomiques* se compose de deux parties, dont la première traite des méthodes pour résoudre par le calcul les problèmes astronomiques, et la seconde, de la construction des instruments et de leurs usages.

Mais ces instruments se réduisent aux cadrans solaires, dont Aboul-Hhassan décrit une multitude. Il prend le style dans toutes les positions imaginables, excepté toutefois la meilleure, et pour tableaux tous les plans possibles, des cylindres, des sphères et des cônes.

On conçoit combien, en l'absence d'aucun autre moyen de mesurer le temps, les Arabes devaient apporter de soin à la construction des cadrans solaires; mais aussi est-on tout étonné de voir que l'idée si simple de prendre leur style parallèle à l'axe du monde ne leur soit venue dans aucun cas : ils ont beau varier le tableau de toutes les façons possibles, aucune combinaison nouvelle ne les met sur la voie; ils corrigent et améliorent les méthodes de calcul et de construction de Ptolémée, mais, pour le reste, ils le copient presque littéralement.

Ce résultat tout négatif est à peu près tout ce qu'on trouve d'intéressant dans le *Traité des instruments*. Il est devenu certain, depuis la publication de cet ouvrage par M. Sédillot, que le principe des cadrans solaires que l'on construit aujourd'hui, est entièrement dû aux Occidentaux, et que son introduction ne date que de la publication, en 1531, de l'*Horologiographia* de Munster.

On conçoit par ces divers motifs que nous ne puissions pas

faire à Aboul-Hhassan les honneurs d'une analyse bien détaillée de son ouvrage. Nous nous bornerons à la construction du cadran horizontal à style vertical.

Le rayon visuel mené du sommet du style, ou gnomon, au Soleil, décrit chaque jour un cône de révolution dont l'axe est l'axe du monde et dont le demi-angle au sommet est le complément de la déclinaison D du Soleil, ce jour-là. Le Soleil est sur la première nappe de ce cône, et l'ombre portée par la pointe du gnomon est sur la seconde. L'intersection de cette seconde nappe par le plan horizontal est la ligne tracée par l'ombre de la pointe du gnomon. Cette ligne est une hyperbole, car le plan horizontal coupe les deux nappes du cône : la première sur toutes celles de ses génératrices qui aboutissent aux points de l'arc décrit la nuit par le Soleil et la seconde sur celles de ses génératrices qui, prolongées, iraient passer par tous les points de l'arc diurne.

Le jour de l'équinoxe, le cône des rayons menés au Soleil se réduit à un plan et la ligne d'ombre est une droite.

D'ailleurs, si l'on considère les deux cônes qui correspondent à des jours où le Soleil a ses déclinaisons égales et de signes contraires, ces deux cônes n'en font qu'un : la première nappe du second est la seconde nappe du premier, par conséquent les lignes d'ombre, pour ces deux journées, sont les deux branches d'une même hyperbole.

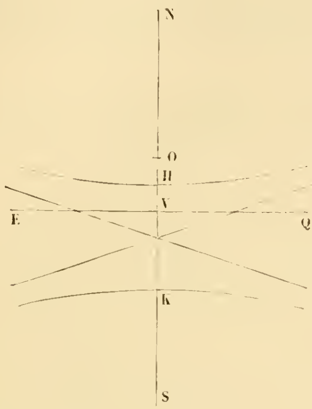
Soient O (*fig.* 6) le pied du gnomon sur le plan du cadran horizontal; NS la méridienne (nord-sud); λ la latitude du lieu, ou la hauteur du pôle : le jour de l'équinoxe, le Soleil se trouve dans le plan perpendiculaire à la méridienne qui fait l'angle $\frac{\pi}{2} - \lambda$ avec le plan horizontal; soit h la hauteur du gnomon, son ombre mé-

ridienne est ce jour-là

$$h \operatorname{tang} \lambda;$$

on peut la construire ou la calculer; soit OV cette ombre, la

Fig. 6.



ligne d'ombre équinoxiale est EVQ.

Considérons le jour où le Soleil a une déclinaison boréale D; sa hauteur au-dessus de l'horizon à midi, ce jour-là, est

$$\left(\frac{\pi}{2} - \lambda + D\right);$$

la longueur de l'ombre du gnomon est donc à ce moment

$$h \operatorname{tang}(\lambda - D);$$

soit OH cette ombre; la branche d'hyperbole parcourue durant ce jour par l'ombre de la pointe du style a pour sommet H et pour axe OS.

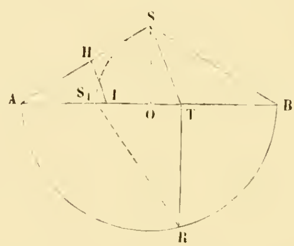
Prenons maintenant le jour où le Soleil a une déclinaison australe égale à D; on trouvera le sommet de la seconde branche de l'hyperbole en portant OK égale à

$$h \operatorname{tang}(\lambda + \mathrm{D}).$$

Cela posé, la théorie des coniques fournira une foule de moyens pour achever la construction de l'hyperbole, ou le calcul de ses éléments.

Soit (*fig.* 7) ASO le complément de la déclinaison D, le cône

Fig. 7.



sur lequel se trouve l'hyperbole cherchée est ASB; le plan sécant perpendiculaire au plan du triangle ASB, par exemple, fait avec l'axe SO un angle égal à la latitude λ, ou avec la génératrice SA un angle égal à $\frac{\pi}{2} + \mathrm{D} - \lambda$; enfin il coupe cette génératrice SA à une distance du sommet S égale à la distance du sommet du gnomon au point H ou au point K, c'est-à-dire à

$$\frac{h}{\cos(\lambda - \mathrm{D})} \quad \text{ou à} \quad \frac{h}{\cos(\lambda + \mathrm{D})};$$

on peut donc construire la trace HI du plan sécant sur le plan

de la figure; on peut par suite déterminer complètement l'hyperbole, soit graphiquement, soit par le calcul. Si l'on veut connaître, par exemple, l'angle de ses asymptotes, il n'y a qu'à mener ST parallèle à HI, TR perpendiculaire à AB, et à construire ou à calculer le triangle rectangle S_1TR égal au triangle STR de l'espace. TS_1R est le demi-angle des asymptotes.

Or

$$\frac{TO}{SO} = \sin\lambda,$$

$$\frac{AO}{SO} = \cos D,$$

$$\frac{TR}{SO} = \sqrt{\left(\frac{AO}{SO}\right)^2 - \left(\frac{TO}{SO}\right)^2} = \sqrt{\cos^2 D - \sin^2\lambda},$$

d'ailleurs

$$\frac{TS}{SO} = \frac{TS_1}{SO} = \sec\lambda;$$

par conséquent le demi-angle des asymptotes de l'hyperbole en question a pour tangente

$$\frac{TR}{TS_1} = \frac{\sqrt{\cos^2 D - \sin^2\lambda}}{\sec\lambda}.$$

Ainsi on pourra construire, par ce moyen ou par d'autres analogues, tant de lieux qu'on voudra de l'ombre portée dans une journée par le sommet du gnomon sur le plan horizontal. On construira principalement les lignes d'ombre correspondant aux époques des solstices, lesquelles seront encore les deux branches d'une même hyperbole.

Il reste maintenant à marquer sur chaque hyperbole les points

correspondants aux différentes heures après et avant le milieu du jour, lequel correspond toujours au sommet de l'une des branches de l'hyperbole.

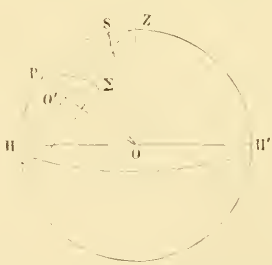
On peut y arriver, soit en calculant les longueurs de l'ombre du gnomon à ces différentes heures, soit en déterminant les azimuts de cette ombre.

Supposons qu'on veuille employer le premier moyen : l'ombre du gnomon est à chaque instant le produit de sa hauteur par la tangente de la distance zénithale du Soleil, il ne s'agit donc que de déterminer la distance zénithale du Soleil, lorsqu'il se trouve sur son cercle diurne, à une distance donnée du point de culmination.

Soient (*fig.* 8)

O la sphère céleste,

Fig. 8.



HOH′ l'horizon du lieu,

Z le zénith,

ZHH′ le méridien,

POH la latitude,

POS le complément de la déclinaison du Soleil,

Σ une position particulière de cet astre,
H l'angle $SO'\Sigma$.

Prenons pour unité le rayon de la sphère :

$$SO' = \cos D,$$

$$\text{corde } S\Sigma = 2\,SO' \sin\frac{H}{2} = 2\cos D \sin\frac{H}{2} = 2\sin\tfrac{1}{2}\,SO\Sigma;$$

on peut donc avoir l'angle $SO\Sigma$.

Cela posé, dans le triangle sphérique isoscèle $SP\Sigma$, on connaît les trois côtés, on peut donc calculer l'angle au sommet ΣPS.

Alors, dans le triangle sphérique $P\Sigma Z$, on connaît les deux côtés $P\Sigma$ et PZ, avec l'angle compris $ZP\Sigma$; on peut donc calculer le troisième côté $Z\Sigma$, c'est-à-dire la distance zénithale cherchée.

Ayant ainsi la longueur de l'ombre du gnomon pour une heure donnée, on n'a pour obtenir le point correspondant à cette heure, sur l'hyperbole lieu de l'ombre pour le jour considéré, qu'à décrire du pied du gnomon un arc de cercle, avec cette longueur pour rayon.

On marque ainsi sur toutes les hyperboles construites les points correspondants à différentes heures déterminées, et l'on joint par un trait continu les points qui répondent à une même heure.

Si l'on avait voulu trouver l'azimut de l'ombre au lieu de sa longueur, cet azimut, par rapport à la méridienne, étant l'angle $PZ\Sigma$, on l'aurait obtenu en résolvant le même triangle $PZ\Sigma$, qui a fourni la distance zénithale $Z\Sigma$.

Tels sont les principes très simples de la construction du cadran solaire horizontal à style vertical; mais je ne répondrais pas d'avoir

suivi de point en point Aboul-Hhassan, car je crois qu'on pourrait défier qui que ce fût de lire son livre d'un bout à l'autre.

Supposez, en effet, le ton d'un rendeur d'oracles; supposez toutes les questions séparées de l'ensemble et traitées dans un ordre tel qu'on n'en voie jamais d'avance l'utilité; supposez l'abus le plus insupportable de mots ayant l'air bien savants et dont il faut sans cesse chercher le sens; supposez, au milieu des démonstrations, une foule de préceptes pour le praticien, et vous n'aurez pas encore une idée de la facture du *Traité des instruments des Arabes*.

Aboul-Hhassan trouvait l'obliquité de l'éclyptique égale à 23°33′. Il faisait l'année supérieure à $365^j\frac{1}{4}$ d'un centième de jour, comme les Indiens.

ALBERT LE GRAND.

(Né en Souabe, en 1193 suivant les uns, en 1205 suivant M. Dumas, mort à Cologne en 1280).

Il appartenait à la famille des comtes de Bollstœdt.

Il étudia les Sciences à Padoue, entra dans l'ordre des Dominicains en 1222, enseigna la Théologie et la Philosophie à Ratisbonne, à Strasbourg, à Cologne et à Paris, où il séjourna trois ans (1245-1248) et dont une place a conservé son nom, la place Maubert (ou de Maître Albert). Il fut élu provincial de son ordre en 1254 et nommé évêque de Ratisbonne en 1259. Saint Thomas d'Aquin fut un de ses disciples.

La Chimie lui doit d'importantes découvertes relativement au

cinabre qu'il savait être un composé de mercure et de soufre, au soufre, à la potasse et à l'acide nitrique.

Ses contemporains disaient de lui : *Magnus in Magia*, *major in Philosophia*, *maximus in Theologia.*

Il a laissé un grand nombre d'ouvrages : *De natura locorum*, qui a trait à la physique du globe; *De cœlo et mundo; De generatione et corruptione; De meteoribus; De mineralibus et rebus metallicis; De animalibus*, etc.

« Son traité *De mineralibus et rebus metallicis* offre, dit M. Dumas, plus de réserve et de sagesse qu'on n'en devrait attendre de l'époque : l'auteur y expose et y discute les opinions de Geber et des alchimistes de l'époque arabe; il admet leur façon de voir sur la nature des métaux; il partage leurs idées sur la génération de ces corps; mais il y ajoute des observations qui lui sont propres, et surtout de celles que l'habitude de voir des mines et des exploitations métallurgiques lui a permis de faire. »

Ses ouvrages n'ont été imprimés qu'en 1651 à Lyon et forment 21 volumes in-folio.

ROGER BACON.

(Né en 1214, à Ilchester, mort en 1294).

Étudia à Oxford, puis à l'Université de Paris, où il fut reçu docteur en Théologie. De retour en Angleterre en 1240, il entra dans l'ordre de Saint-François et se fixa à Oxford. Il se livra d'abord à l'étude des langues : le latin, le grec, l'hébreu et l'arabe ; puis à celle des Mathématiques et de l'Astronomie; enfin à des recherches expérimentales de Physique et de Chimie.

« Après avoir, dit-il, longtemps travaillé à l'étude des langues et des livres, sentant la vanité de mon savoir, je voulus, négligeant Aristote, pénétrer plus entièrement dans le secret de la nature, en cherchant à me faire une idée sur toutes choses par ma propre expérience. »

Un de ses titres scientifiques est d'avoir, le premier, réclamé la réforme du Calendrier julien. Voici ce qu'il écrivait au pape Clément IV en 1270.

« Les défauts du Calendrier sont devenus intolérables au sage, et font horreur à l'astronome. Depuis le temps de Jules César, et malgré les corrections qu'ont essayées les conciles de Nicée, Eusèbe, Victorinus, Cyrillus, Bède, les erreurs n'ont fait que s'aggraver; elles ont leur origine dans l'évaluation de l'année que César estime être de trois cent soixante-cinq jours et un quart, ce qui, tous les quatre ans. amène l'intercalation d'un jour entier; mais cette évaluation est exagérée, et l'Astronomie nous donne le moyen de savoir que la longueur de l'année solaire est moindre de $\frac{1}{130}$ de jour (environ onze minutes); de là vient qu'au bout de cent trente années, on a compté un jour de trop, et cette erreur se trouverait redressée si l'on retranchait un jour après cette période.... Une réforme est nécessaire; toutes les personnes instruites dans le Comput et l'Astronomie le savent et se raillent de l'ignorance des prélats qui maintiennent l'état actuel. Les philosophes infidèles, arabes et hébreux, les Grecs qui habitent parmi les chrétiens, comme en Espagne, en Égypte et dans les contrées de l'Orient, et ailleurs encore, ont horreur de la stupidité dont font preuve les chrétiens dans leur chronologie et la célébration de leurs solemnités. Et cependant les chrétiens ont maintenant assez de connaissances astronomiques pour

s'appuyer sur une base certaine. Que Votre Révérence donne des ordres, et vous trouverez des hommes qui sauront remédier à ces défauts. Si cette œuvre glorieuse s'accomplissait du temps de Votre Sainteté, on verrait s'achever une des entreprises les plus grandes, les meilleures et les plus belles qui jamais aient été tentées dans l'Église de Dieu. » Il fallut encore attendre cette réforme durant 300 ans.

Du reste, Bacon ne bornait pas ses visées astronomiques à la réforme du Calendrier. Le système de Ptolémée lui paraissait infiniment éloigné de la simplicité que l'on doit supposer dans la nature.

Il dit des étoiles filantes : « Ces prétendues étoiles sont des corps relativement assez petits qui traversent notre atmosphère et s'enflamment par la rapidité de leur mouvement. »

Ses idées sur la réflexion et la réfraction de la lumière, sur le phénomène de l'arc-en-ciel, sur les fonctions de l'œil semblent si peu être de son temps, qu'on lui a presque attribué l'invention du microscope et du télescope. Voici du reste textuellement ce qu'il dit à cet égard : « Si un homme regarde des lettres ou autres menus objets à travers un cristal, un verre, ou tout autre objectif placé au-dessus de ces lettres, et que cet objectif ait la forme d'une portion de sphère dont la convexité soit tournée vers l'œil, l'œil étant dans l'air, cet homme verra beaucoup mieux les lettres et elles lui paraîtront plus grandes. Et, à cause de cela, cet instrument est utile aux vieillards et à ceux qui ont la vue faible, car ils peuvent ainsi voir d'une grandeur suffisante les plus petits caractères. »

Il ajoute, touchant la *vision rompue* : « Il est facile de conclure des règles établies plus haut que les plus grandes choses peuvent

paraître petites, et réciproquement, et que des objets très éloignés peuvent paraître très rapprochés, et réciproquement; car nous pouvons tailler des verres de telle sorte et les disposer de telle manière, à l'égard de notre vue et des objets extérieurs, que les rayons soient brisés et réfractés dans la direction que nous voudrons, de manière que nous verrons un objet proche ou éloigné sous tel angle que nous voudrons; et ainsi, à la plus incroyable distance, nous lirions les lettres les plus menues, nous compterions les grains de sable et de poussière, à cause de la grandeur de l'angle sous lequel nous les verrions; car la distance ne fait rien directement par elle-même, mais seulement par la grandeur de l'angle. »

On lui a attribué l'invention de la poudre. Il est certain que la formule s'en trouve dans ses écrits, mais peut-être l'avait-il empruntée des Arabes. Quoi qu'il en soit, voici ce qu'il en dit :

« On peut produire à volonté des détonations semblables à la foudre : il ne faut pour cela que les matières les plus communes; quand on sait les mêler dans une certaine proportion, on prend de cette composition gros comme le pouce, et l'on fait plus de bruit et d'éclat lumineux qu'un coup de tonnerre.... On ferait merveille si l'on savait s'en servir convenablement. »

Bacon, si l'on veut, était alchimiste, en ce sens qu'il croyait à l'unité de composition des métaux et à la possibilité de leur transmutation les uns dans les autres; mais il ne joignait à cette croyance aucune superstition métaphysique, aucune visée surnaturelle.

Sans méconnaître le génie d'Aristote, il n'en voulait pas subir le joug. « Au lieu d'étudier la nature, on perd, dit-il, vingt ans à lire les raisonnements d'un ancien. Pour moi, s'il m'était donné

de disposer des livres d'Aristote, je les ferais tous brûler; car cette étude ne peut que faire perdre le temps, engendrer l'erreur et propager l'ignorance au delà de tout ce qu'on peut imaginer. »

Et ailleurs :

« On ne doit pas oublier que les anciens furent hommes; ils ont même commis d'autant plus d'erreurs qu'ils sont plus anciens, car les plus jeunes sont en réalité les plus vieux; les générations modernes doivent surpasser en lumières celles d'autrefois, puisqu'elles héritent de tous les travaux du passé. »

Parlant de la méthode expérimentale, il dit : « La science expérimentale ne reçoit pas la vérité des mains de sciences supérieures; c'est elle qui est la maîtresse, et les autres sciences sont ses servantes. Elle a le droit, en effet, de commander à toutes les sciences, puisqu'elle seule certifie et consacre leurs résultats. La science expérimentale est donc la reine des sciences et le terme de toute spéculation. »

Et il ajoute :

« Il y a une expérience naturelle et imparfaite, qui n'a pas conscience de sa puissance, qui ne se rend pas compte de ses procédés, qui est à l'usage des artisans et non des savants. Au-dessus d'elle, il y a l'art de faire des expériences qui ne soient pas débiles et incomplètes.... Pour faire de telles expériences, il faut appeler à son secours le pouvoir des Mathématiques, sans lesquelles l'observation languit et n'est capable d'aucune précision, d'aucune certitude. »

Avec une telle indépendance, Bacon ne pouvait manquer de s'attirer des persécutions. Elles ne lui manquèrent pas. Ses supérieurs commencèrent par lui faire défense de communiquer à personne aucun de ses écrits, sous peine du jeûne au pain et à

l'eau. Il fut aussi accusé de magie et de relations avec le démon. Clément IV le prit sous sa protection pendant son pontificat; mais, à sa mort, le supérieur des Franciscains, Jérôme d'Ascoli, nommé depuis pape sous le nom de Nicolas IV, le fit comparaître à Paris, à l'âge de soixante-six ans, devant la juridiction de son ordre, et il fut condamné à une prison perpétuelle. Il recouvra cependant la liberté en 1292, mais il mourut peu de temps après à quatre-vingts ans.

Les principaux ouvrages de Bacon sont : *Speculum Alchimiæ* (le Miroir de l'Alchimie); c'est un opuscule d'une douzaine de pages, imprimé d'abord à Nuremberg en 1581 ; — *De secretis operibus artis et naturæ, et de nullitate magiæ* (Des œuvres secrètes de la Nature et de l'Art, et de la nullité de la magie) ; ce traité, un peu plus étendu que le précédent, fut d'abord imprimé à Paris en 1542 ; — *De retardandis senectutis accidentibus et sensibus conservandis* (Des moyens de retarder les infirmités de la vieillesse et de conserver nos sens) ; ce traité fut imprimé à Oxford en 1590 ; Roger Bacon l'avait envoyé, pendant sa captivité, au pape Nicolas IV, pour essayer de le fléchir en lui montrant l'innocence et l'utilité de ses travaux; — *Specula mathematica* (Miroir de Mathématiques), édité pour la première fois par Jean Combachius, à Francfort, en 1614; — *Perspectiva* (Traité de Perspective ou d'Optique), publié, comme le précédent, en 1614 par Combachius; — *Opus majus ad Clementem pontificem romanum* (Grand Œuvre adressé au pape Clément); c'est le grand ouvrage de Roger Bacon ; le Miroir de Mathématiques (*Specula mathematica*) et l'optique (*Perspectiva*) s'y retrouvent en entier, mais ne sont plus ici que des chapitres de l'ouvrage total ; il fut publié à Londres en 1733, par Samuel Jebb, en un volume

in-folio, d'après un manuscrit trouvé à Dublin; — *Opus minus* (Petit Œuvre), abrégé et complément de l'*Opus majus*, resté inédit jusqu'à nos jours; — *Opus tertium*, resté inédit jusqu'à nos jours, comme le précédent; le manuscrit en a été trouvé par M. Cousin à la bibliothèque de Douai en 1848.

NASSIR-ED-DIN.

(Né à Thaus, vers 1225, mort à Bagdad en 1274.)

Pris en affection et comblé de biens par le petit-fils de Gengis-Khan, qui venait de détrôner le sultan Mostasem, il fut chargé par ce prince de construire à Maragha, ville voisine de Tauris, un observatoire dont la direction lui fut confiée avec la présidence d'une sorte d'Académie composée des plus habiles astronomes du temps.

Nassir-ed-Din composa, entre autres ouvrages, une théorie des mouvements célestes et un traité de l'astrolabe. Ses tables, dites *tables Ilkhaniennes,* fruit de douze années d'observations, ont eu longtemps en Orient une grande célébrité. Il en existe une édition latine imprimée à Londres en 1652 sous le nom de *Tables des longitudes et des latitudes* et reproduite dans le Tome III des *Petits Géographes.*

Ptolémée, qui, d'après Delambre, n'observait guère, nous a laissé fort peu d'indications sur les instruments en usage chez les Grecs; Albatégnius n'a guère mieux fait connaître ceux dont il se servait; quant à Hhassan Ali, de Maroc, il ne nous a transmis que la théorie des cadrans solaires; mais on a heureusement une

description assez détaillée des instruments dont Nassir-ed-Din avait garni l'observatoire de Maragha.

Ils avaient été construits par un de ses amis, associé à tous ses travaux, mais dont le nom n'a pas survécu. La notice qui en contient le détail a été traduite par M. Jourdain. L'extrait que nous en donnons est tiré de l'histoire de Delambre.

L'observatoire fut disposé de manière que les rayons du Soleil, pénétrant par une ouverture pratiquée dans le dôme, se projetaient sur le mur, en sorte que l'on pouvait connaître les degrés et les minutes du mouvement du Soleil, les hauteurs solsticiales et équinoxiales et les heures de la journée.

Pour tracer la méridienne, l'auteur recommande l'emploi du *cercle indien*. C'est un marbre bien plan et bien horizontal, sur lequel on décrit plusieurs cercles concentriques; au centre commun est placé un style droit, de cuivre, terminé en pointe.

Parmi les instruments, nous remarquons : le quart de cercle, ou mural de Ptolémée; il était construit de bois de sadge, le limbe était de cuivre et les degrés y étaient marqués de cinq en cinq, puis divisés de façon à donner les minutes. Au centre était un cylindre d'acier autour duquel tournait une alidade garnie de deux dioptres; l'alidade était terminée en pointe, pour qu'on pût observer plus exactement la hauteur de l'astre, et se mouvait au moyen d'une corde et d'une poulie attachée au haut du mur. Le rayon du cercle était de deux toises environ. (Il est indiqué en coudées arabes.)

Une sphère armillaire composée de cinq cercles : le zodiaque, le colure, le grand cercle de latitude, le méridien et le petit cercle de latitude. Les divisions fournissaient de même les minutes, en partie au jugé, sans doute. Les alidades portaient un tube, placé

entre les dioptres, et dont l'ouverture oculaire était garnie d'une plaque pour protéger l'œil. Cette sphère armillaire n'est autre que l'astrolabe.

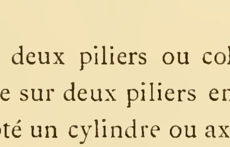
Une armille solsticiale, ou méridienne, dont le diamètre était également de deux toises, garnie aussi d'une alidade et destinée à fournir les hauteurs méridiennes, principalement pour la détermination de l'obliquité de l'écliptique et de la hauteur du pôle.

Une armille, équatoriale, pour observer les équinoxes.

Un instrument dit à pinnules mouvantes, destiné à la mesure du diamètre apparent de la Lune. C'était une dioptre à deux pinnules, dont l'alidade avait un peu moins de deux toises. La pinnule oculaire était percée d'un petit trou rond et la pinnule objective d'un trou plus grand. Cette dernière était mobile et on la faisait avancer ou reculer de manière que le diamètre de la Lune parût emplir exactement l'ouverture. Les divisions de la règle faisaient connaître la distance des deux pinnules et une proportion donnait le diamètre cherché.

L'instrument aux deux piliers ou colonnes : il se composait d'une traverse, portée sur deux piliers en maçonnerie, au milieu de laquelle était adapté un cylindre ou axe A autour duquel pouvait tourner dans le plan méridien une règle de bois de sadje d'un

Fig. 9.



peu plus de deux toises. Un point C marqué sur cette règle (*fig.* 9) décrivait un cercle de rayon connu. La règle portait

deux pinnules percées de petits trous, et, pour observer la hauteur du soleil à son passage au méridien, on l'inclinait de façon qu'un même rayon lumineux traversât les deux petits trous. Il restait à connaître l'inclinaison de la règle. Pour cela on se servait d'une autre règle divisée, plus longue, et pouvant tourner dans le même plan, autour du point B le plus bas du cercle décrit par l'extrémité de la première règle. On élevait cette seconde règle de façon à la faire passer par l'extrémité C de la première. Alors dans le triangle isoscèle CAB on connaissait les deux côtés égaux ainsi que la base, on pouvait donc trouver l'angle au sommet, mais les divisions de BC fournissaient directement cet angle.

Un autre instrument servait à donner en même temps les hauteurs de deux astres et leurs azimuts. Il se composait d'un cercle horizontal divisé fixe, et de deux cercles verticaux mobiles autour d'un axe vertical fixé au centre du premier.

CAMPANUS.

(XIIIe siècle.)

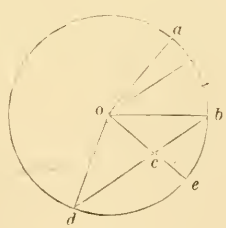
Géomètre italien. Il a donné des *Éléments* d'Euclide la première traduction qu'on ait eue en Europe et qu'il fit sur un texte arabe. Les commentaires qu'il avait laissés sur la Géométrie d'Euclide ont été imprimés pour la première fois en 1482; d'où l'on avait conclu que Campanus appartenait au quinzième siècle, ce qui est une erreur.

On trouve dans ces commentaires une théorie du pentagone étoilé qui, comme on sait, ne faisait pas partie des *Éléments* d'Eu-

clide; cette théorie a suggéré, dans le siècle suivant, à Bradwardine l'idée de ses polygones égrédients. On y remarque aussi des réflexions intéressantes sur le problème de la division d'une droite en moyenne et extrême raison. Enfin Campanus a donné des solutions remarquables, par leur simplicité, des deux problèmes de la trisection de l'angle et de l'inscription du nonagone régulier. Voici comment il opère la trisection : Du sommet de l'angle, comme centre, avec un rayon arbitraire, on décrira une circonférence de cercle, qui rencontrera les deux côtés en des points a et b; on mènera un demi-diamètre perpendiculaire au premier côté, et par le point b on tracera une droite, de manière que la partie comprise entre le demi-diamètre et la circonférence du cercle soit égale au rayon; enfin, par le sommet de l'angle, on tirera une parallèle à cette droite; cette parallèle divisera l'angle en son tiers et en ses deux tiers. Campanus ne dit pas comment on déterminera la direction de la droite menée du point b sous la condition énoncée; mais le problème se résout par le moyen de la conchoïde de Nicomède.

La proposition est exacte. En effet soient $aob = \alpha$ (*fig.* 10)

Fig 10.



l'angle considéré, et oe perpendiculaire à oa; supposons qu'on ait

pu mener la ligne bcd, de manière que le triangle odc soit isoscèle, et appelons x l'angle $obc = odc$:

$$obc = x$$
$$boc = 90^\circ - \alpha;$$

donc

$$ocb = 180^\circ - x - (90^\circ - \alpha) = 90^\circ + \alpha - x;$$

par suite

$$ocd = 180^\circ - (90^\circ + \alpha - x) = 90^\circ + x - \alpha;$$

mais, dans le triangle isoscèle odc,

$$ocd = 90^\circ - \frac{odc}{2} = 90^\circ - \frac{obc}{2} = 90^\circ - \frac{x}{2};$$

donc

$$90^\circ + x - \alpha = 90^\circ - \frac{x}{2};$$

d'où

$$\tfrac{3}{2}x = \alpha, \quad x = \tfrac{2}{3}\alpha.$$

SAINT THOMAS D'AQUIN.

[Né à Aquino (Terre de Labour), en 1225, mort à l'abbaye de Fosse-Neuve, près de Terracine, en 1274.]

Il appartenait à l'une des plus anciennes et des plus nobles familles du royaume de Naples. Il fut élevé au monastère du mont Cassin, dont un de ses parents était alors supérieur, suivit encore très jeune, les cours de l'Université de Naples et entra dans l'ordre des dominicains, à 17 ans, sans consulter son père, ni sa mère qui le fit enlever aussitôt et le garda prisonnier dans son château,

durant un an ou deux, pensant obtenir de lui une renonciation à ses vœux. Ne pouvant vaincre sa douce obstination, elle le rendit à des frères de son ordre, d'une fenêtre de la tour où il était enfermé; on le descendit dans une corbeille d'osier que ses sœurs retenaient par des cordons.

Les dominicains chargèrent de son éducation Albert le Grand qui l'emmena à Paris où il fut bientôt appelé à une chaire au collège Saint-Jacques, qui appartenait à son ordre. Saint Louis l'aimait beaucoup et le retenait souvent près de lui.

Il retourna en 1772 à Naples, où ses supérieurs l'envoyèrent enseigner la théologie. Grégoire X l'invita deux ans après à se rendre au concile de Lyon, où devaient se traiter les conditions de la réunion des Églises grecque et romaine, mais il n'y parvint pas. On a dit qu'il avait été empoisonné par les ordres de Charles II de Valois.

Ses œuvres imprimées forment dix-sept volumes in-folio.

Saint Thomas d'Aquin était un peu alchimiste, comme Albert le Grand, mais d'une façon tout aussi désintéressée. On trouve dans un de ses traités le passage suivant sur la fabrication des pierres précieuses et des vitraux coloriés: « Il y a des pierres qui, bien qu'obtenues artificiellement, ressemblent entièrement aux pierres précieuses naturelles. On imite parfaitement l'hyacinthe et le saphir; l'émeraude se fait avec de la poudre verte d'airain (vert-de-gris), la couleur du rubis s'obtient avec le safran de fer. Les vitraux sont coloriés avec des substances métalliques, fondues dans la substance du verre. »

Il dénonce la fausse manœuvre des alchimistes de son temps, qui prétendaient changer le cuivre en argent en y projetant de l'arsenic blanc sublimé.

ALPHONSE, ROI DE CASTILLE.

(Né en 1226, mort en 1284.)

Les Tables d'Albategnius ni, à plus forte raison, celles de Ptolémée ne s'accordaient plus avec les observations. Alphonse qui disait qu'il aurait donné à Dieu de bons avis, s'il l'avait consulté au moment de la création, ne pouvant toutefois réformer le système du monde, voulut au moins que ce système bizarre fût mieux connu et plus exactement décrit.

Son père occupait encore le trône lorsque Alphonse réunit à Tolède les astronomes les plus célèbres de son temps, chrétiens, juifs ou maures, et les invita à construire de nouvelles tables : elles parurent manuscrites en 1252, sous le nom de *Tables Alphonsines*, le jour même où Alphonse succédait à son père.

Elles furent imprimées pour la première fois à Venise, en 1483, sous le titre :

Alphonsi regis Castellæ, cœlestium motuum Tabulæ, nec non Stellarum fixarum longitudines ac latitudines Alphonsi tempore ad motus veritatem reductæ, præmissis Joannis Saxoniensis in has tabulas canonibus.

Elles ont eu depuis cinq autres éditions, dont la dernière, de 1553, a été donnée à Paris par Hamel, professeur au Collège Royal.

Les astronomes d'Alphonse avaient ajouté aux enchevêtrements de Ptolémée la complication introduite par Thébith ben Corrah, sous le nom de *trépidation*.

« La théorie alphonsine de la Lune, dit Delambre, ne diffère de celle de Ptolémée que par quelques corrections légères, faites aux

moyens mouvements, aux époques et aux constantes. Il en est de même pour les Planètes. »

La durée attribuée à l'année par les Alphonsins est de

$$365^{j}\,5^{h}\,49'\,16'';$$

elle est, comme on voit, très approchée.

Les tables alphonsines ont remplacé avec avantage celles de Ptolémée ; elles ont joui pendant assez longtemps d'une grande réputation.

GÉRARD DE SABBIONETTA.

(Né à Sabbionetta, près de Crémone, au XIII^e siècle.)

A été souvent confondu avec Gérard de Crémone, dont il était peut-être le fils. Il a laissé un ouvrage resté manuscrit, intitulé : *Judicia magistri Gerardi Sabbionetta Cremonensis, super multis quæstionibus naturalibus ac annorum mundi revolutionibus;* une *Théorie des Planètes*, souvent rééditée depuis; une *Géomancie astronomique pour savoir les choses passées, présentes et futures*, imprimée d'abord à Lyon, en latin, et réimprimée à Paris, puis traduite en français en 1615.

Il a laissé en outre plusieurs traductions, entre autres celle du *Canon* d'Avicenne.

JORDANUS.

(XIII^e siècle.)

A laissé sous le titre de *Planisphère* un traité qui a été compris dans la collection publiée à Toulouse en 1536, sous le titre

Sphæræ atque astrorum cœlestium natura et motus. Ce traité est le plus ancien où l'on trouve, sous une forme générale, l'énoncé du théorème fondamental de la théorie des projections stéréographiques, que tout cercle de la sphère se projette dans ce système suivant un cercle.

Mais Jordanus, au lieu de projeter la sphère sur l'équateur, la projetait sur le plan tangent au pôle boréal, le point de vue étant au pôle austral. Les deux plans de projection étant parallèles et le point de vue étant le même, les projections sont semblables.

JORDAN NEMORARIUS.

(XIII^e siècle).

Il est peut-être le même que Jordanus. Il a laissé : *Arithmeticorum libri X,* imprimé à Paris par Lefèvre d'Etaples en 1496 ; *De ponderibus,* publié à Nuremberg en 1523, et un traité d'Algebre, intitulé *De numeris datis*, qui existe en manuscrit à la Bibliothèque nationale et à la Bibliothèque Mazarine. Cet ouvrage est divisé en quatre livres et contient la solution de 113 questions du premier et du second degré. Regiomontanus et Maurolycus s'étaient proposé de l'éditer. « La méthode de l'auteur. dit M. Chasles, est très remarquable; il fait tous ses raisonnements sur des lettres, méthode qu'il a suivie aussi dans son traité d'Algorisme. »

ARNAUD DE VILLENEUVE.

(Né vers 1235, mort en 1313.)

Enseigna la Médecine et l'Alchimie à Paris, à Barcelone et à Montpellier. On ne sait s'il a découvert de nouveau l'esprit-de vin, l'huile de térébenthine et l'acide sulfurique, ou s'il a seulement décrit, d'après ses devanciers, les moyens de les préparer. La seconde hypothèse est plus probable, au moins pour l'alcool. Ses œuvres ont été réunies et publiées à Lyon en 1504.

« Ses ouvrages, dit M. Dumas, indiquent des notions saines de Médecine, une pharmacologie aussi avancée qu'on peut l'attendre de cette époque, et des connaissances en Chimie qui non seulement ne sont généralement pas sans intérêt, mais qui même en présentent quelquefois beaucoup. »

Mais il possédait, comme les autres, l'art de faire de l'or.

RAYMOND LULLE.

[Né à Palma (île de Majorque) en 1235, mort à Bougie en 1315.]

Son père, originaire de Belgique, avait aidé en 1231, Jacques Ier, roi d'Aragon, à enlever aux Sarrazins les îles de Majorque et de Minorque, et y avait obtenu, après la victoire, des seigneuries importantes.

Raymond Lulle fut d'abord page, puis grand sénéchal du roi d'Aragon. Il se maria très jeune et fut bientôt père de trois enfants; mais il abandonna presque aussitôt sa jeune femme et ses enfants, pour se lancer dans une vie d'aventures presque fabuleuses, à la suite d'un chagrin amoureux, déjà fort bizarre.

Il laisse la moitié de son bien à sa femme, donne le reste aux pauvres et va vivre dans la montagne en ermite. Là il apprend les langues anciennes, et surtout l'arabe, dévore tous les livres de science qu'il peut se procurer; puis, un beau jour, descend de sa montagne pour prêcher une nouvelle philosophie et pour convertir les infidèles.

Il ne rêve pas une nouvelle croisade à main armée, mais il veut que pape et princes se liguent pour répandre et propager l'enseignement de l'arabe et des Sciences arabes, afin de pouvoir adresser aux infidèles une foule imposante de docteurs capables de leur montrer leur erreur et de les gagner à la foi.

Il fait dans cette vue cinquante voyages à Paris, à Rome, à Londres, et, éconduit à peu près partout, il s'en va seul prêcher les infidèles et disputer avec leurs docteurs; on l'insulte, on le bat, on l'emprisonne, on le chasse; il revient à Rome ou à Paris raconter les avantages qu'il a obtenus, retourne en Afrique, se fait de nouveau condamner, s'évade, etc. Enfin il parvint à quatre-vingts ans à se faire lapider à Bougie, et encore pas tout à fait, car des marchands génois ayant reconnu son cadavre, l'emportèrent sur leur vaisseau où il revint d'abord à lui, pour mourir, il est vrai, deux jours après, avant d'atteindre Majorque, où son tombeau existe encore et où il est regardé comme un saint.

Ses innombrables voyages le mirent deux fois en présence d'Arnauld de Villeneuve, à Montpellier d'abord, puis à Naples. Il se lia avec notre chimiste, en suivit les leçons avec l'enthousiasme qu'il apportait à toutes choses et voulut devenir maître en cette Science.

« D'après l'exposé de ses aventures, on croirait impossible, dit M. Dumas, que Raymond Lulle ait pu laisser, sur la Chimie

surtout, des ouvrages dignes de quelque attention. Comment imaginer, en effet, qu'une vie si agitée lui ait permis de méditer des idées profondes et de se livrer à des travaux importants.

« Mais tout en voyageant sans cesse, il trouvait le moyen d'écrire dans presque tous les pays sur la Chimie, la Physique, la Médecine et la Théologie.

« Dégagez de ses ouvrages l'élément alchimique, et vous serez surpris d'y observer une méthode et des détails qui maintenant nous étonnent.

« Parmi les alchimistes, Raymond Lulle a fait école, et l'on peut dire qu'il a donné une direction utile. En effet, c'est lui qui, cherchant la pierre philosophale par la voie humide, et qui, employant la distillation comme moyen, a fixé l'attention sur les produits volatiles de la décomposition des corps. »

Sa recette pour la pierre philosophale paraît consister dans la préparation de l'acide nitrique, qu'il obtenait en distillant un mélange de nitre et de sulfate de mercure.

Cet acide dissolvait l'argent, et, additionné d'un *mercure végétal* (qu'on croit être de l'esprit pyro-acétique), il dissolvait l'or : il pouvait donc engendrer ces métaux précieux. Nous supposons du moins que c'était l'idée de Raymond, car, naturellement, la conclusion manque, c'est-à-dire l'or.

DON PROPHIAT DOURAN.

(Né en 1245, mort en 1312.)

Mathématicien israélite qui a joui d'une certaine célébrité parmi ses coreligionnaires. Il enseignait les Mathématiques en Italie.

Outre quelques ouvrages théologiques et des commentaires sur les Traités d'Aben-Ezra, il a laissé des observations astronomiques assez nombreuses, des notes sur le résumé de l'*Almageste* par Averroès, une dissertation sur la durée du jour astronomique et un grand nombre de traductions d'ouvrages arabes relatifs à l'Astronomie.

Il serait à souhaiter que les mathématiciens israélites qui connaissent l'hébreu compulsassent les traductions laissées par les juifs du moyen âge. On y retrouverait probablement des versions d'ouvrages arabes et même italiens, aujourd'hui perdus.

IBN AL-BANNA.

(Né au Maroc en 1252 ou 1257.)

Architecte, puis professeur de Mathématiques. Il avait composé sur cette Science un grand ouvrage que les biographes de sa nation vantent beaucoup, mais qui ne nous est pas parvenu. Nous n'en avons qu'un abrégé qui a été analysé par M. Wœpcke et dont M. Aristide Marre a donné une traduction française dans les collections du prince Boncompagni.

Il formulait les équations à résoudre au moyen de quelques signes : la lettre appelée *lam* servait à indiquer l'égalité; pour noter un certain nombre de fois une puissance de l'inconnue, il faisait surmonter la formule de ce nombre de l'initiale de la puissance, comme si, pour noter $3x^2$, nous écrivions $\overset{2}{3}$, enfin il indiquait une extraction de racine carrée par l'initiale du mot racine, jedhr, comme ont fait depuis les Occidentaux.

VITELLON, VITELLIO OU VITELLO.

(Mathématicien polonais du XIII^e siècle.)

Il appartenait à la famille noble des Ciolek. Il a laissé un curieux traité d'Optique, publié longtemps après sa mort, sous le titre : *Vitellionis perspectivæ libri decem* (Nuremberg, 1533), qui a été réédité deux fois depuis, la première en 1551 et la seconde en 1572.

Cet ouvrage est le premier parmi les modernes où il soit question de la réfraction.

Il est probable que Vitellio ne connaissait ni le *Traité d'Optique* de Ptolémée, qui contient, pour les passages de la lumière de l'air dans l'eau ou dans le verre, les tables de réfraction sous les incidences de 10 en 10 degrés; ni le *Thesaurus Opticæ* d'Alhasen, qui a été joint à ses dix livres dans l'édition de 1572.

Quoi qu'il en soit, les tables de Vitellio sont beaucoup plus exactes que celles de Ptolémée; elles se rapportent, du reste, aux mêmes milieux.[1]

Quant à la réfraction astronomique, que Ptolémée et Alhasen avaient signalée comme une cause d'erreur dans l'observation des positions des astres, Vitellio n'en parle pas.

JEAN DE MURIS.

(Né vers 1280.)

Il était chanoine et habitait Paris. Il a laissé un traité d'Algèbre intitulé *Quadripartitum numerorum;* un *Traité de Géométrie;* un *Canon Tabulæ Tabularum* et différents autres

ouvrages sur l'Arithmétique, la Musique et l'Astronomie. Tous ces ouvrages, qui sont restés manuscrits, se trouvent à la Bibliothèque nationale. Regiomontanus applique à l'Algèbre de Jean de Muris la qualification d'*opus insigne*.

PLANUDE (MAXIME).

(Né vers 1290.)

Moine grec. Il fut envoyé en 1327 à Venise, par Andronic II, comme ambassadeur. Il donna des deux premiers livres de Diophante un commentaire que Xylander a joint à son édition de l'algébriste grec. Son *Arithmétique selon les Indiens* a été publiée par M. Gerhardt, à Halle, en 1865. Un petit traité de lui sur les proportions se trouve en manuscrit à la Bibliothèque nationale.

BARLAAM.

(XIVe siècle)

Il était religieux de Saint-Basile, et fut envoyé par Andronic le jeune à Avignon pour y négocier la réunion des Eglises grecque et latine. Il a laissé, sur l'Arithmétique et l'Algèbre, un ouvrage intitulé Λογιστικης qui a été publié en grec et en latin à Strasbourg, en 1578.

Les méthodes de calcul arithmétique paraissent y être les mêmes que celles qu'employait Théon d'Alexandrie.

ARGYRUS.

(XIV[e] siècle)

Moine grec. Il a laissé un assez grand nombre d'ouvrages dont un seul a été publié; ce sont : *Traité sur le canon pascal*, écrit en 1373 et publié en 1611, par Christmann; *Apparatus astrolabii* (Bibliothèque du Vatican); *De reducendis triangulis non rectis ad rectos* (Bibliothèque d'Oxford); *De reducendo calculo astronomicorum canonum Ptolemæi ab annis egyptiacis et ab alexandrino meridiano, ad annos romanos et ad meridianum constantinopoleos* (Bibliothèque de Vienne); *Methodus Geodesiæ* (Bibliothèque de l'Escurial); *Methodus solarium et lunarium cyclorum* (Bibliothèque de Leyde); *Geometrica aliquot problemata* (Bibliothèque nationale de Paris).

ULUGH BEIGH.

(Né à Samarcande, en 1392, mort vers 1450.)

Il était petit-fils de Tamerlan; il dit qu'il s'appliqua à l'étude des Mathématiques dans le dessein qu'à son nom de prince on put ajouter celui de savant, et dans l'espoir que les monuments qu'il laisserait pourraient le recommander à la postérité. Il fit construire à Samarcande un gymnase qu'il enrichit d'un grand nombre d'instruments d'Astronomie.

Il a laissé un livre *Des Epoques des nations orientales* et une *Table géographique*, qui ont été traduits par Jean Gravius et publiés à Oxford; une *Table des longitudes et latitudes des étoiles*, dont on se servit longtemps, et dont Th. Hyde a donné

une traduction; enfin des tables astronomiques très bonnes, surtout en ce qui concerne le Soleil.

Ulugh Beigh, vaincu par son fils aîné, qui s'était révolté contre lui, s'enfuit à Samarcande où il avait institué son second fils, et fut assassiné par les ordres de ce dernier.

Il faut d'abord s'occuper de sa postérité, on songera ensuite à la postérité.

GUY DE CHAULIAC.

(Né vers 1395, mort vers 1466.)

Il fut le médecin des trois papes Clément VI, Innocent V et Urbain V à Avignon. Il avait étudié la Médecine à Toulouse et à Montpellier, puis avait visité les Universités de Paris, où il ne fit qu'un court séjour, et de Bologne où il suivit pendant assez longtemps les leçons des professeurs en renom et put assister à des dissections, alors très rares partout ailleurs qu'en Italie.

Il était à Avignon pendant l'épidémie de peste noire qui enleva en 1348 les trois quarts de la population de cette ville, épidémie qui, dit-il, « fut honteuse pour les médecins, parce qu'ils n'osaient visiter les malades, de peur d'être infectés. Quant à moi, ajoute-t-il, pour éviter l'infamie, je n'osai point m'absenter, mais, avec continuelle peur, me préservai tant que je pus avec la thériaque. » Il fut cependant atteint, mais guérit. Il paraît avoir soigné la belle Laure, que le fléau emporta, et Pétrarque, dès lors, le poursuivit de ses invectives avec tous les autres médecins.

Il fit paraître en 1463 son principal ouvrage intitulé : *Inven-*

torium, sive collectorium artis chirurgicalis medicinæ, qui lui a fait donner le titre de Père de la Chirurgie française et fut traduit dans toutes les langues, sous le nom de *Grande Chirurgie*. Il y avait réuni tout ce qu'il avait trouvé d'exact dans Galien, Hippocrate, Avicenne et les maîtres italiens. « Je n'ai, dit-il, rien ajouté de mon propre, sinon, par aventure, quelque peu de ce que la petitesse de mon esprit a jugé profitable. » Mais le docteur Cellarier regarde son ouvrage comme un chef-d'œuvre de méthode et de coordination.

L'anatomie de l'œil y est meilleure que chez ses devanciers et Guy de Chauliac ne reconnaît, dans le cœur, que deux ventricules, au lieu de trois qu'y avait vus Avicenne.

TOSCANELLI (PAUL DEL POZZO).

(Né à Florence, en 1397, mort en 1482.)

L'un des conservateurs de la bibliothèque de Florence.

Il eut indirectement part à la découverte du nouveau monde; voici comment. On croyait alors les Indes beaucoup plus à l'Orient de l'Europe qu'elles ne sont en réalité; cette erreur lui suggéra l'idée qu'on y parviendrait plus aisément en se dirigeant vers l'Occident que par la route anciennement suivie; il communiqua ses vues au roi de Portugal, Alphonse V, et bientôt après à Christophe Colomb, qui, en effet, comme on sait, ne découvrit l'Amérique qu'en cherchant l'Inde.

Toscanelli paraît avoir imaginé le premier l'heureuse disposition des gnomons modernes, où la projection perspective du centre du Soleil est indiquée par le centre de l'ellipse suivant

laquelle le disque du Soleil se dessine sur un fond non éclairé, lorsque ses rayons traversent une petite ouve rturepratiquée dans un mur, au lieu de l'être par le centre de l'ombre d'une sphère opaque, sur un fond recevant directement les rayons émanés de l'astre. Il fit pratiquer dans le haut du dôme de la cathédrale de Florence une petite ouverture circulaire et traça sur le pavé une méridienne où venait se peindre chaque jour à midi l'image du soleil. La distance du sommet du dôme au pavé de l'église étant de 277 pieds, le gnomon, si facilement établi par Toscanelli, se trouvait surpasser en hauteur tous ceux que l'on avait péniblement construits avant lui. La description de ce monument astronomique a été donnée par le P. Ximenès, mathématicien du grand-duc de Toscane, sous le titre *Del vecchio e nuovo gnomone fiorentino* (1757); il y a joint l'histoire des observations qui y furent faites à diverses époques et la relation des siennes propres, qui lui permirent d'affirmer que, de 1510 à 1755, l'obliquité de l'écliptique avait diminué de 1′ 16″, ce qui revient à 30″ par siècle. résultat exact.

GUTENBERG (JEAN).

(Né à Mayence vers 1400, mort vers 1468.)

Son véritable nom est Geusfleich; il appartenait à une famille aisée, qui l'avait destiné à l'état d'orfèvre. Il avait déjà acquis une certaine habileté comme ouvrier bijoutier, lorsque ayant pris part à une dissension dans sa ville natale, il fut obligé de s'expatrier à vingt ans. Il se réfugia à Strasbourg, où, tout en travaillant sans doute comme bijoutier, il rêvait à diverses inventions

mécaniques et principalement à la création de presses à imprimer. Il parvint, vers 1366, à faire goûter ses idées à trois bourgeois de Strasbourg qui formèrent avec lui une association : c'étaient Jean Riffe, André Dritzchen et André Heilmann. Déjà les associés avaient fait fondre les caractères (en fonte) et établir la presse, lorsque Dritzchen étant mort, ses héritiers firent à Gutenberg un procès qu'il gagna, mais qui le mit dans l'impossibilité de continuer son entreprise.

Il retourna alors à Mayence où, après bien des tentatives pour se procurer l'argent nécessaire à la réalisation de ses projets, il tomba dans les mains d'une espèce d'usurier, nommé Fust; celui-ci l'aida jusqu'au moment où l'imprimerie fut montée, et où le premier ouvrage qui devait en sortir, la *Bible*, fut déjà achevé; mais réclamant alors brusquement ses avances, il se fit attribuer par jugement tout le matériel et toute l'édition.

Il mit à la tête de l'imprimerie qu'il venait d'acquérir si aisément, un des ouvriers de Gutenberg nommé Schœffer.

Toutefois, il ne paraît pas que Gutenberg soit tombé dans la misère. Le prince-archevêque de Strasbourg et l'archevêque de Mayence vinrent à son aide et l'on croit même qu'ils lui fournirent les moyens de fonder une nouvelle imprimerie. Mais Gutenberg était déjà épuisé par une lutte trop longue et trop pénible.

Les caractères que Gutenberg avait fait fondre à Mayence pour imprimer sa *Bible*, étaient en cuivre; ils reproduisaient les lettres ordinaires des manuscrits du temps. Quelques historiens s'en étonnent. On ne peut cependant copier que ce que l'on a vu.

PURBACH (GEORGES).

(Né à Peurbach, près de Lintz, en 1423, mort à Vienne en 1461).

Il visita les grandes universités d'Allemagne, de France et d'Italie, professa l'Astronomie à Ferrare, à Bologne, à Padoue, puis accepta une chaire de Mathématiques à Vienne, où il demeura jusqu'à sa mort.

Il fut le maître de Régiomontanus. Il s'attacha à faire disparaître les nombreuses inexactitudes et incorrections qui entachaient la version latine de la syntaxe de Ptolémée; construisit quelques instruments et publia, outre divers ouvrages d'Astronomie, des tables trigonométriques que Régiomontanus a depuis complétées.

Les observations faites depuis Ptolémée avaient obligé les astronomes à introduire successivement de nouvelles hypothèses qui amenaient chaque fois de nouvelles complications dans le système du monde. Le moyen âge, sous ce rapport, ne connaissait plus de bornes; on comptait alors un grand nombre de sphères solides emboîtées les unes dans les autres et possédant chacune trois mouvements distincts. L'énumération et la description de ces sphères remplissaient la plus grande partie des ouvrages du temps. Ceux de Purbach enchérissent encore à cet égard.

Ptolémée, qui en était bien innocent, portera la peine de ces absurdités à l'avènement du système de Copernic.

Il reste de Purbach : *Theoriæ novæ Planetarum*, etc. (1460); *Institutiones in Arithmeticam* (Vienne, 1511); *Tabulæ eclipsium* (Vienne, 1514); *Tractatus super propositiones Ptolemæi de sinibus et chordis* (Nuremberg, 1541).

C'est dans ce dernier ouvrage, publié par Régiomontanus, à la

suite de sa *Trigonométrie* en cinq livres, que Purbach donne, d'après Arzachel, la méthode d'interpolation pour le calcul des tables de sinus, dont nous avons dit un mot à propos d'Aryabhata.

Purbach commence bien par calculer les sinus de tous les angles de $3^\circ \frac{3}{4}$ en $3^\circ \frac{3}{4}$, mais il les calcule directement, et ce n'est que pour compléter sa table, qui procède par dizaines de minutes. qu'il se sert d'une méthode de différences qui n'a du reste rien de commun avec celle d'Aryabhata ; car voici ce qu'en dit Delambre :

« Après avoir démontré ce théorème de Théon, que si les arcs croissent également, les sinus croîtront inégalement et en moindre raison, il conclut que si l'on prend pour le sinus de $1^\circ 30'$ le double du sinus de $45'$, on aura un sinus trop grand ; mais que si on le fait moitié du sinus de 3°, on aura un sinus trop petit. Mais si ces sinus (les deux valeurs approchées du sinus de $1^\circ 30'$) ne diffèrent que de deux parties, en prenant le milieu arithmétique, on aura un sinus suffisamment exact.

« On pourra interpoler ensuite les sinus de $15'$ en $15'$, en prenant le tiers de la différence pour $45'$ et en les faisant un peu décroître. Vous partagerez en trois parties les différences pour 1 et vous aurez tous les sinus de $5'$ en $5'$; enfin, en partageant ces différences en cinq parties, vous aurez les sinus de minute en minute. »

Je ne vois dans tout cela rien qui rappelle la méthode d'Aryabhata, si ce n'est la raison commune des angles, $3^\circ \frac{3}{4}$, raison qu'Aryabhata choisit, parce qu'elle convient à sa formule des différences, tandis que Purbach ne l'adopte que parce que les sinus des angles de $3^\circ \frac{3}{4}$ en $3^\circ \frac{3}{4}$ peuvent être calculés directement.

De tout cela il me paraît résulter que Delambre ne connaissait

pas exactement la manière de faire d'Aryabhata, ou de Bramagupta qui l'a copié.

VALLA (GEORGES).

(Né à Plaisance, vers 1430, mort à Venise en 1500.)

Il professa la Physique et la Médecine à Pavie et à Venise, traduisit plusieurs ouvrages de médecins grecs et en composa lui-même quelques autres.

Il donna aussi des traductions du quatorzième livre d'Euclide, de la *Sphère* de Proclus, de l'*Astrolabe* de Nicéphore, du *Traité des grandeurs et distances du Soleil et de la Lune* d'Aristarque de Samos, enfin du *Ciel* d'Aristote.

WALTHER.

(Né à Nuremberg en 1430, mort à Nuremberg en 1504.)

Il est le premier qui ait employé les horloges pour mesurer le temps dans les observations astronomiques. Il fit construire un grand nombre d'instruments d'après les idées de Régiomontanus, et continua de recueillir un grand nombre d'observations après la mort de ce maître. Elles ont été publiées par Snellius en 1618, avec celles de Régiomontanus, dont il était dépositaire. Les astronomes modernes, Lacaille et Delambre n'ont pas dédaigné de s'en servir pour des vérifications relatives à la durée de l'année et à la variation de l'obliquité de l'écliptique.

VALENTIN (BASILE).

(xv^e siècle.)

Il vivait à Erfurth, et appartenait à l'un des couvents de la ville. On a de lui : *Char triomphal de l'Antimoine*, en allemand, imprimé à Leipzig en 1604; *Traité des Minéraux*, manuscrit, à la bibliothèque de l'Arsenal, à Paris; *Révélation des Artifices secrets*, en allemand, imprimé à Erfurth en 1724; et *Haliographia* ou Traité des sels.

B. Valentin connaissait différents oxydes d'antimoine; le vin stibié et l'émétique; l'acide chlorhydrique (esprit de sel) préparé par l'action du vitriol (acide sulfurique) sur le sel (marin). Il savait extraire le cuivre de la pyrite, transformée d'abord en *vitroleum* (sulfate de cuivre); il connaissait le fulminate d'or, obtenu en précipitant ce métal de sa dissolution dans l'eau régale, au moyen de l'huile de tartre (solution de carbonate de potasse). Il préconisa l'usage des bains minéraux contre les maladies de la peau. Il soupçonna un nouveau corps, l'oxygène, dans l'*esprit de mercure* que le feu sépare de l'oxyde rouge de ce métal. On lui attribue la découverte du bismuth qu'il appelait *Wismuth*.

CHRISTOPHE COLOMB.

(Né à Gênes en 1435, mort à Séville en 1506.)

Son père était cardeur de laines et avait deux autres fils et une fille. Il trouva cependant les moyens d'envoyer à l'Université de Pavie son fils aîné Christophe pour y apprendre un peu de latin, de Géométrie, d'Astronomie et de Géographie.

Christophe Colomb s'embarqua pour la première fois à seize ans et fit divers voyages dans le Levant. Il prit part de 1459 à 1463, à l'entreprise du duc de Calabre, Jean d'Anjou, pour recouvrer la couronne de Naples. On sait que cette tentative échoua.

Il navigua encore pendant quelques années et fut un jour, à la suite d'un combat où il se proposait, il faut en convenir, un acte de piraterie, jeté sur les côtes de Portugal. Il se rendit à Lisbonne où il épousa, peu de temps après, la fille d'un célèbre navigateur, Bartolomeo Palestrello, qui, après avoir découvert Madère et Porto-Santo, était mort en ne laissant à sa veuve qu'une petite rente.

Christophe Colomb fit dans la marine portugaise différents voyages à la côte de Guinée. Dans les intervalles de ces voyages, il s'employait à faire des cartes et des globes, qu'il vendait aux marins.

Il songeait déjà à découvrir une route pour aller par mer aux Indes, et dévoila ses projets au roi de Portugal Jean II; celui-ci jugeant l'idée bonne, s'empressa de faire faire secrètement la tentative, pour n'avoir pas à compter avec Colomb, qui, à la vérité, lui avait soumis un projet de traité assez léonin. Mais la flottille envoyée par le roi revint sans avoir rien trouvé.

Colomb avait perdu sa femme; il quitta le Portugal, où il n'avait plus rien à espérer et se rendit avec son fils en Espagne, vers 1485, après avoir peut-être porté ses projets à Gênes et à Venise, où il n'aurait obtenu aucun appui.

Ferdinand et Isabelle étaient alors en guerre avec le dernier roi maure de Grenade, Boabdilla; et quoique la reine se fût laissé à peu près persuader, ce ne fut qu'après la prise de Grenade, en 1492, que les deux souverains se décidèrent à donner

suite aux promesses qu'ils avaient faites à Christophe Colomb.

Isabelle qui avait assumé, pour le royaume de Castille, tous les frais de l'entreprise, mit à la disposition de Colomb deux petits bateaux, appelés *caravelles;* Colomb décida un armateur, nommé Pinzon, à se joindre à l'expédition, avec un troisième vaisseau un peu plus grand, et la flottille mit à la voile le 3 août 1492.

Le temps et les vents restèrent favorables durant toute la traversée et Colomb prit terre, le 12 octobre 1492, dans l'archipel de Bahama, sur une île qu'il appela San-Salvador. Il se croyait près du Japon.

Les naturels reçurent les Espagnols avec la plus entière cordialité. On jugera par les extraits suivants d'une lettre de Christophe Colomb, des sentiments qui animaient les *hommes descendus du Ciel*, que les pauvres sauvages fêtaient avec tant d'abandon. « Le lendemain, écrit-il dans un mémoire destiné à Ferdinand et Isabelle, je me mis en mouvement pour voir en quel lieu je pourrais construire une forteresse. Je ne crois pas, néanmoins, que cela soit nécessaire, parce que ces gens sont bien simples en fait de guerre. Vos Altesses pourront en juger par sept d'entre eux que j'ai fait prendre pour les emmener. Si Vos Altesses ordonnaient de les prendre tous et de les conduire en Castille, ou de les tenir captifs dans leur île, rien ne serait plus facile. »

La forteresse fut en effet construite, et ce furent les malheureux sauvages qui apportèrent, d'enthousiasme, tous les matériaux. Voici le second extrait :

« Je tâchais de savoir s'ils avaient de l'or. Je vis que quelques-uns en portaient un petit morceau suspendu à un trou qu'ils se font au nez, et je parvins, par signes, à apprendre d'eux qu'en

tournant leur île et naviguant au sud, je trouverais un pays dont le roi avait de grands vases d'or et une grande quantité de ce métal. »

Nous laisserons Colomb aller chercher cet or; et, le fait scientifique étant classé, nous nous bornerons à remarquer que Colomb aurait dû savoir que la soif de l'or croît dans une grande proportion avec la distance à laquelle il se trouve, et n'aurait pas dû si fort s'étonner que les gens qui, d'Espagne, voyaient scintiller tant de lingots, aient eu l'idée de le faire arrêter, avant qu'il eût tout pris.

Il n'avait pas encore ramassé beaucoup d'or, lorsque, pendant son troisième séjour à Saint-Domingue, il fut arrêté par un envoyé du gouvernement espagnol et ramené les fers aux pieds en Espagne.

Ferdinand et Isabelle, dont les ordres avaient été outrepassés, essayèrent de réparer l'affront qui avait été fait à l'amiral et Colomb fut chargé d'une quatrième expédition; il découvrit alors le continent américain, mais il éprouva, outre de grands revers, la malveillance de plus en plus marquée des gouverneurs envoyés par le roi et la reine.

Il rentra en Espagne en 1502 et y mourut peu de temps après. La reine venait elle-même de succomber à une longue maladie, et Ferdinand n'ayant plus à prendre conseil que de lui-même avait aisément arraché à l'amiral une renonciation à tous les avantages qu'il lui avait promis par traité pour ses descendants, moyennant quoi, il le fit enterrer en grande pompe.

Colomb n'avait pas encore effectué son troisième voyage que déjà la cupidité des Espagnols avait amené le massacre des malheureux Indiens, leur réduction en esclavage et la dépopulation des pays découverts.

REGIOMONTANUS.

(Né près de Kœnigsberg en 1436, mort à Rome en 1476.)

Son vrai nom est Müller (Jean). Il étudia l'Astronomie et les Mathématiques sous Purbach, qu'il seconda bientôt dans ses travaux, dont il devint ensuite l'associé et de qui il hérita la faveur du cardinal Bessarion, qui l'emmena en Italie. Il ouvrit à Padoue un cours d'Astronomie qui attira beaucoup d'auditeurs (1463). De retour en Allemagne, il vécut quelque temps à la cour de Matthias Corvin, roi de Hongrie, alla ensuite fonder une imprimerie à Nuremberg (1471) et fut enfin attiré par le pape Sixte IV à Rome, où il mourut bientôt après, de la peste, disent les uns, assassiné, suivant d'autres auteurs. Sixte IV avait voulu le charger de la réformation du Calendrier.

Le premier ouvrage de Régiomontanus dont nous ferons mention avait été commencé par Purbach; c'est une traduction de la *Syntaxe mathématique* de Ptolémée; Purbach n'était arrivé qu'au septième livre, lorsque, se sentant près de mourir, il chargea son disciple de compléter son œuvre. L'ouvrage est intitulé : *Joannis de Monte-Regio et Georgii Purbachii Epitome in C. Ptolemei magnam compositionem*, *continens propositiones et annotationes quibus totum Almagestum ita declaratur et exponitur*, *ut mediocri quoque indole et eruditione præditi sine negotio intelligere possint.* L'auteur y substitue les sinus aux cordes; il fait l'obliquité de l'écliptique égale à 23° 30′ et donne à l'année une valeur beaucoup plus approchée que celles que lui avaient attribuées ses prédécesseurs.

Le second ouvrage de Régiomontanus, intitulé : *Joannis de Monte-Regio tabulæ directionum profectionumque*, *etc.*, est

dédié à un archevêque de Strigonie; l'auteur y professe sa croyance à l'Astrologie. La première table est celle des déclinaisons des astres, pour tous les degrés de l'écliptique, et pour les huit premiers degrés de latitude australe ou boréale; la seconde est étendue à toutes les latitudes. Vient ensuite la table que Régiomontanus appelle *féconde :* c'est la table des tangentes pour tous les degrés du quart de cercle. Régiomontanus est le premier qui ait en Europe employé ces lignes trigonométriques, moins souvent toutefois qu'on ne serait disposé à le croire en songeant à la peine qu'il a prise de les calculer. Le reste de l'ouvrage est consacré à l'Astrologie.

Le principal ouvrage de Régiomontanus n'a été imprimé qu'après sa mort, par les soins de Daniel Santbech; il a pour titre : *Joannis Regiomontani de triangulis planis et sphericis libri quinque una cum tabulis sinuum* (1561). Son plus grand mérite est d'être le plus ancien traité complet de Trigonométrie publié en Occident; les Arabes Thébith, Albategnius, Ebn Jounis, Aboul Wéfa étaient allés plus loin. Régiomontanus ne s'y sert même pas des formules où entrent les tangentes. dont il avait cependant calculé une table trop peu complète, il est vrai, pour être utile, puisqu'elle procédait de degré en degré; en revanche, on y trouve une foule de problèmes intéressants au point de vue théorique, où un triangle défini par des données indirectes est résolu par l'Algèbre du second degré combinée avec la Trigonométrie.

On a encore de Régiomontanus trois ouvrages posthumes : ses *Observations* recueillies par Willebrod Snellius, son *Livre de la Comète* et son *Kalendarium* pour les années 1475, 1494 et 1513, dont l'intervalle est de dix-neuf ans ou d'un cycle, et qui donne pour chaque mois les phases de la Lune, ses longitudes et celles de

son nœud, les longitudes du Soleil et les figures des éclipses. L'auteur y réclame une réforme du Calendrier qui, comme on le sait, n'eut lieu que plus de cent ans après lui. L'ouvrage se termine par la règle de construction du fameux *carré horaire* ou *analemme rectiligne universel*, que Régiomontanus avait probablement emprunté aux Arabes, qu'il donne sans démonstration, et qui a si longtemps exercé la sagacité de ses successeurs.

Un grand nombre de lettres de Régiomontanus ont été recueillies par Théophile de Murr et publiées avec d'autres, dans un volume intitulé : *Memorabilia bibliothecarum publicarum Norimbergensium et Universitatis Altfordianæ*. Ces lettres sont très intéressantes, en ce qu'on y trouve des indications précises sur l'état des connaissances mathématiques à l'époque. Elles sont pour la plupart adressées à Blanchini; l'auteur y propose ou résout un grand nombre de problèmes de Trigonométrie abstraite ou appliquée à l'Astronomie, de Géométrie et d'Algèbre. Sa manière en Algèbre est celle de Diophante, dont au reste il avait le premier retrouvé les six premiers livres dans une bibliothèque de Venise.

« Régiomontanus, dit Delambre, était sans contredit le plus savant astronome qu'eût encore produit l'Europe (chrétienne). Mais si l'on excepte quelques observations et ses travaux pour la Trigonométrie, on peut dire qu'il n'a guère eu le temps que de montrer ses bonnes intentions. Comme observateur, il ne l'emporte certainement pas sur Albategnius; comme calculateur, il n'a pas été aussi loin qu'Ebn Jounis, ni surtout qu'Aboul Wéfa. Il avait constaté les erreurs des Tables alphonsines et se promettait de les améliorer; mais il n'eut pas le temps de s'en occuper efficacement. »

La bibliothèque de Nuremberg possède trois astrolabes de 5, 6 et 10 pouces de diamètre qui lui ont appartenu.

MARDOCHÉE COMTINO OU COMTIANO.

(Né vers 1440.)

Célèbre professeur des communautés juives de Constantinople et Andrinople, il commenta les ouvrages d'Aben-Ezra, composa lui-même un *Traité d'Arithmétique et de Géométrie* et réédita avec commentaires les Tables astronomiques des Persans. Ses ouvrages sont restés manuscrits.

SCHONER (JEAN).

(Compatriote et ami de Régiomontanus.)

On a de lui : *Tabulæ resolutæ astronomicæ ex quibus omnium siderum motus facillime calculari possunt secundum præcepta in planetarum theoriis tradita* (Wittemberg, 1537); ce sont les Tables alphonsines mieux disposées.

ECK DE SULZBACH.

(XV^e SIÈCLE.)

On a de lui un ouvrage intitulé *Clavis Philosophorum*, où il dit que les métaux calcinés augmentent de poids et le démontre

a posteriori en observant que le cinabre artificiel (oxyde rouge de mercure) dégage un esprit, lorsqu'on le calcine; il y décrit aussi les cristaux connus sous le nom d'*arbre de Diane.*

LUCAS DE BURGO.

[Né à Burgo-san-Sepolcro (Toscane) vers 1440, mort en 1515.]

Son vrai nom est Paccioli. Il eut beaucoup de part à la renaissance des Sciences en Europe. C'était un moine franciscain; il avait longtemps voyagé en Orient. Il enseigna successivement les Mathématiques à Pérouse, à Naples, à Rome, à Pise, à Venise et à Milan, où il occupa le premier une chaire fondée par Louis Sforza. Il donna une traduction d'*Euclide* en latin.

Son principal ouvrage, imprimé pour la première fois à Brescia en 1494 et réédité en 1523, est intitulé : *Summa de Arithmetica, Geometria, proportioni et proportionalita.* Il est dédié au duc d'Urbin. La première partie contient les règles de fausse position, simple et double, que Lucas nomme règles d'*Elkathain,* et d'importants développements sur l'Algèbre qu'il appelle *Arte maggiore;* la seconde est un traité théorique et pratique de Géométrie. On y trouve de nombreux extraits des ouvrages de Léonard de Pise.

On a encore de lui un traité *De divina proportione* (Venise, 1509), où il s'agit de la division en moyenne et extrême raison, division qu'il appelle divine et dont il détaille toutes les applications.

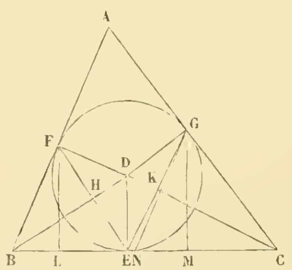
Enfin dans un troisième ouvrage publié en 1508, sous le titre *Libellus in tres partiales tractatus divisus, quorumcumque corporum regularium,* etc. Lucas de Burgo traitait des polygones

et polyèdres réguliers et de diverses questions de Géométrie. Ces questions sont le plus souvent résolues par l'Algèbre, mais les données sont toujours numériques.

Paccioli était très lié avec Léonard de Vinci. Ils se trouvèrent ensemble à Milan à la cour de Louis Le More; ils quittèrent cette ville lorsque les Français y entrèrent et se rendirent à Florence. On trouve Paccioli à Venise en 1508, expliquant *Euclide*. On croit qu'il retourna ensuite à Florence où il aurait passé les dernières années de sa vie.

On se rendra assez bien compte, par l'exemple suivant, tiré du *Libellus in tres partiales* (Cardan dit de la *Divine proportion*, mais c'est une erreur), de ce qu'était à cette époque l'Algèbre, et de la manière dont elle était employée à la solution des problèmes de Géométrie. Cet exemple est celui par lequel se termine l'ouvrage, et il en forme en quelque sorte le couronnement.

Fig. 11.



Paccioli suppose qu'on connaît le rayon du cercle inscrit à un triangle et les deux segments de la base, séparés par le point de contact, et il se propose de trouver les autres côtés.

Le rayon est supposé égal à 4 et les parties BE et EC de la base BC (*fig.* 11) sont supposées égales à 6 et à 8.

Léonard de Pise avait donné la formule de l'aire d'un triangle en fonction des côtés et Lucas la connaissait bien. Il devait donc prendre pour inconnue la partie AF ou AG des côtés cherchés.

Le demi-périmètre du triangle aurait été représenté par

$$14 + x,$$

et les différences entre ce demi-périmètre et les côtés l'auraient été respectivement par

$$x, \quad 8 \quad \text{et} \quad 6;$$

de sorte que l'équation à résoudre eût été

$$4(14 + x) = \sqrt{48x(14 + x)},$$

qui donne

$$14 + x = 3x;$$

d'où

$$x = 7,$$
$$AB = 13,$$

et

$$AC = 15.$$

Mais on va voir comment il s'y prend! Il calcule DB et DC au moyen des triangles rectangles EDB et EDC, qui donnent

$$DB = \sqrt{6^2 + 4^2} = \sqrt{52}$$

et

$$DC = \sqrt{8^2 + 4^2} = \sqrt{80}.$$

Ensuite il remarque que les quadrilatères FEDB et HEDC

sont inscriptibles, et il leur applique le théorème relatif au produit des diagonales; il trouve ainsi

$$FE = \sqrt{44\tfrac{4}{13}}; \quad \text{d'où} \quad FH = \sqrt{11\tfrac{1}{13}},$$

et

$$GE = \sqrt{51\tfrac{1}{5}}; \quad \text{d'où} \quad GK = \sqrt{12\tfrac{4}{5}}.$$

Il calcule alors BL et LE, dont il connaît la somme 6, en observant que la différence de leurs carrés doit faire

$$\overline{FE}^2 - \overline{FB}^2,$$

ou

$$44\tfrac{4}{13} - 36 = 8\tfrac{4}{13};$$

il trouve ainsi

$$BG = 2\tfrac{4}{13}$$

et

$$GD = 3\tfrac{9}{13}.$$

Mais je remarque que l'idée ne lui vient pas plus qu'elle n'était venue à Diophante, en pareil cas, de diviser la différence des carrés des inconnues, $8\frac{4}{13}$, par la somme 6 de ces inconnues, pour obtenir leur différence : il représente l'une d'elles par

1 chose;

l'autre est donc

6 moins 1 chose;

les deux carrés sont alors

1 census

et

36 moins 1 chose plus 1 census

(*census* est le carré de *chose*); en sorte que la différence de ces carrés est

$$31 \text{ moins } 12 \text{ choses},$$

qui doit faire

$$8 \tfrac{4}{13}.$$

Par conséquent

$$12 \text{ choses égalent } 36 \text{ moins } 8 \tfrac{4}{13}, \text{ égalent } 27 \tfrac{7}{13};$$

et la chose, ou BL, vaut $2 \frac{4}{13}$; par suite LE vaut $3 \frac{9}{13}$.

Il calcule de la même manière CM et ME, et trouve

$$CM = 4 \tfrac{4}{5}$$

et

$$ME = 3 \tfrac{1}{5}.$$

Alors il calcule GM, dans le triangle rectangle GME, et FL, dans le triangle rectangle FLE; il trouve

$$GM = 6 \tfrac{2}{5}$$

et

$$FL = 5 \tfrac{7}{13}.$$

Cela fait, il mène GN parallèle à AB et calcule GN et MN par les proportions

$$GN : FB :: GM : FL,$$

ou

$$GN : 6 :: 6 \tfrac{2}{5} : 5 \tfrac{7}{13}$$

et

$$MN : LB :: GM : FL,$$

ou

$$MN : 2 \tfrac{4}{13} :: 6 \tfrac{2}{5} : 5 \tfrac{7}{13};$$

il en résulte

$$GN = 6\tfrac{14}{15}$$

et

$$MN = 2\tfrac{2}{3}.$$

Enfin il tire AB de la proportion

$$AB : GN :: BC : CN \quad \text{ou} \quad CM + MN,$$

c'est-à-dire

$$AB : 6\tfrac{14}{15} :: 14 : 4\tfrac{4}{5} - 2\tfrac{2}{3};$$

d'où

$$AB = 13,$$
$$AF = 7,$$
$$AC = 15.$$

Ce n'est certes pas avec cette Algèbre qu'Archimède eût trouvé la condition d'équilibre d'un segment de paraboloïde porté sur un fluide, ni, à plus forte raison, le centre de gravité d'un segment de parabole à deux bases.

Mais, pour compléter l'histoire de cette aventure, il faut ajouter que, cent soixante ans après, Cardan reproduisait cette même solution, non seulement sans rien trouver à y reprendre, mais avec tous les éloges dus à sa beauté. Elle est, dit-il, *a fratre Luca*, ce qui devait suffire.

Ce bon frère est admirable : il énumère, dans sa *Divine proportion*, toutes les applications possibles de la division en moyenne et extrême raison, et il y en a pour 33 grandes pages numérotées d'un seul côté, ce qui fait 66 pages.

L'ouvrage débute par une introduction en six chapitres, après

quoi on passe aux divers *effecti* de la susdite division : le premier est simplement appelé *primo;* le *secondo* est *essentiale;* le *terço* est *singulare;* le *quarto*, *ineffabile;* le *quinto, mirabile;* le *sexto*, *innominabile;* le *septimo*, *inextimabile;* les suivants sont *excessivo*, *supremo*, *excellentissimo* et *incomprehensibile;* enfin les expressions finissent par manquer au bon frère ; il s'arrête, mais le manque d'adjectifs ne saurait tarir son enthousiasme, qui se manifeste encore de plusieurs manières.

NICOLAS CHUQUET.

(Né à Paris, vers 1445.)

On ne l'a longtemps connu que par quelques mots de la préface de l'*Arismétique* d'Étienne de la Roche. M. Aristide Marre a récemment trouvé une copie de son ouvrage, dans un manuscrit de la Bibliothèque Nationale, et l'a publié dans le *Bulletin* du prince Boncompagni.

Ce manuscrit se termine par la mention suivante :

« Et ainsi à l'onneur de la glorieuse Trinité se termine ce livre, lequel, pour raison de ces troys parties générales, je l'appelle *Triparty*. Et aussi pour cause qu'il a esté fait par Nicolas Chuquet, parisien, bachelier en Médecine, je le nomme *le Triparty de Nicolas en la Science des nombres*, lequel fut finy à Lyon sur le Rosne, l'an de salut 1484. »

Nicolas Chuquet indique le procédé d'approximation par *médiacion entre le plus et le moins,* dont s'est emparé Étienne de la Roche, et qui fournit les réduites successives de la fraction continue équivalente au nombre à évaluer.

Il se sert dans son Algèbre des signes *p* et *m* pour indiquer l'addition et la soustraction, du signe ℞, surmonté d'un indice, pour noter une extraction de racine.

RIPLEY.

(Né vers 1450, mort en 1490.)

Chanoine de Bridlington, dans le diocèse d'York, il abandonna son canonicat pour aller en Italie se perfectionner dans l'art hermétique. A son retour en Angleterre, il entra dans un couvent de Carmes où il composa les ouvrages que nous possédons de lui; ce sont : le *Livre des douze portes* où se trouve la recette de la pierre philosophale, et qui a été longtemps le *vade mecum* des alchimistes; *Medulla philosophiæ chimicæ; Liber de mercurio philosophorum; Clavis portæ aureæ; Philonium alchemistarum; Pupilla alchemiæ; Concordantia Raymondi et Guidonis; Viaticum; Cantilena; Axiomata philosophica*, etc., dont plusieurs peuvent fort bien n'être pas de lui.

Ces ouvrages ont été réunis et publiés à Cassel en 1649 sous le titre *Opera omnia Georgii Riplei.*

Tous les alchimistes, Albert le Grand, Raymond Lulle, etc., ont plus ou moins fourni à des papes, ou à des princes, des monceaux d'or, dans des vues dignes d'éloges, et Ripley ne pouvait manquer à cette noble tradition.

Il est probable que leurs contemporains ont imaginé ces libéralités, à moins que les alchimistes n'aient, de bonne foi, battu monnaie avec du plomb, de l'arsenic et autres viles substances; ou que les grands se soient habilement servis de leur couvert pour

rajeunir des méthodes de spoliation dont les peuples ne voulaient plus s'accommoder.

Quoi qu'il en soit, Ripley, comme Raymond Lulle, comme Arnaud de Villeneuve et tous les alchimistes de cette époque, paraissent de bonne foi, ce qui s'explique parfaitement, tant par l'ensemble d'idées ou notions justes qui leur manquaient que par la masse de toutes celles qu'ils étaient obligés d'imaginer pour se rendre un compte quelconque des faits, et les coordonner.

Ripley, au reste, ne donne pas précisément la recette pour faire de l'or, mais pour préparer l'*élixir des sages* (acide pyro-acétique), dont la propriété de précipiter l'or de ses dissolutions touche de bien près à celle de l'engendrer.

Cette recette, qui est sans doute un peu la propriété collective de tous les alchimistes du temps, qui constitue ce qu'il y a d'un peu clair dans toute la science hermétique et qui, débarrassée de sa gangue philosophale, devient de la bonne chimie, nous a paru avoir sa place marquée dans l'histoire de la Science. La voici sous la forme, aujourd'hui incompréhensible, que lui donne Ripley, mais accompagnée de la lumineuse traduction qu'en a donnée M. Dumas.

« Pour faire l'*élixir des sages*, il faut, mon fils, prendre le *mercure des philosophes* (c'est du plomb) et le calciner jusqu'à ce qu'il soit transformé en *lion vert* (c'est le massicot); et après qu'il aura subi cette transformation, tu le calcineras davantage, et il se changera en *lion rouge* (c'est le minium); fais digérer au bain de sable ce lion rouge avec l'esprit aigre des raisins (c'est le vinaigre); évapore ce produit, et le mercure se prendra en une espèce de gomme qui se coupe au couteau (acétate de plomb); mets cette matière gommeuse dans une cucurbite lutée et dirige

sa distillation avec lenteur; récolte séparément les liqueurs qui te paraîtront de diverses natures. Tu obtiendras un flegme insipide, puis de l'esprit et des gouttes rouges (eau, acide et huile essentielle). Les ombres cymmériennes couvriront la cucurbite de leur voile sombre, et tu trouveras dans son intérieur un véritable dragon, car il mange sa queue.

« Prends ce dragon noir, broie-le sur une pierre et touche-le avec un charbon rouge : il s'enflammera et prenant bientôt une couleur citrine glorieuse, il reproduira le lion vert (il aura avalé sa queue). Distille de nouveau le produit; enfin, mon fils, rectifie soigneusement et tu verras paraître l'*eau ardente* (esprit pyro-acétique) et le *sang humain* (huile rouge brun qui se trouve mêlée à l'acide). »

KALEB EFFENDIPOULO.

(Né à Andrinople en 1450, mort vers 1500.)

Disciple de Comtino, il résida successivement à Andrinople, à Belgrade et à Constantinople. Il a laissé une vaste encyclopédie intitulée *le Jardin du Roi*, un Traité d'Arithmétique, un autre relatif au Calendrier et à la chronologie générale, une dissertation sur les Pléiades, etc.

LÉONARD DE VINCI.

(Né à Vinci, près Florence, en 1452, mort près d'Amboise en 1519.)

Il s'appliqua d'abord à la Peinture où il débuta par des chefs-d'œuvre, mais il ne tarda pas à se distinguer également dans les

autres Arts, la Musique, la Sculpture et l'Architecture, et dans les Sciences, la Mécanique, l'Astronomie, l'Algèbre, la Physique et l'Histoire naturelle.

Il était lié avec Lucas de Burgo, qui le cite souvent dans ses ouvrages. Il vécut tour à tour à la cour de Laurent de Médicis, près du duc de Milan, de César Borgia, de Léon X et enfin de François I^er^.

Il ne paraît avoir été heureux nulle part : ses talents le faisaient appeler, l'indépendance de son esprit et la nouveauté de ses idées le faisaient délaisser.

Il a beaucoup écrit, mais presque sans suite; il n'a laissé que des brouillons sur tous les sujets imaginables, et la plupart de ses notes ont été perdues. Il paraît avoir le premier déterminé le centre de gravité de la pyramide.

M. Libri lui attribue beaucoup de vues profondes en Physique, beaucoup d'inventions mécaniques et jusqu'à des recherches intéressantes en Physiologie; mais nous ne pouvons nous rendre garant d'assertions appuyées de preuves très vagues et probablement amplifiées.

Par exemple, M. Libri (t. III, p. 41) voit *l'indication du principe des vitesses virtuelles* dans l'assertion, énoncée sans preuves par Léonard de Vinci, que la descente d'un corps pesant se fait plus promptement par l'arc que par la corde; ce qui n'est vrai que sous certaines restrictions qu'il eût été indispensable de mentionner. Si Léonard de Vinci entendait parler d'un petit arc de cercle aboutissant au point le plus bas de la circonférence, il avait deviné juste. En effet, supposons qu'il s'agisse de la corde AB (*fig.* 12) que nous ferons égale à $2l$ et de l'arc AB du cercle ayant son point le plus bas en B : le temps mis par un mobile pour

parcourir l'arc AB sera, en supposant l'angle AOB très petit,

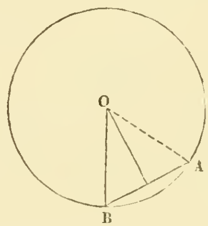
$$\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{\mathrm{OB}}{g}}=\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{l}{g\cos\mathrm{OBA}}},$$

et le temps employé par le mobile à parcourir la corde AB sera

$$\sqrt{\frac{4\,l}{g\cos\mathrm{OBA}}}.$$

Mais comment Léonard de Vinci eût-il pu savoir cela?

Fig. 12.



Il ne sera peut-être pas déplacé de remarquer ici que c'est M. Libri qui a conduit la croisade contre Delambre. Il va jusqu'à lui reprocher aigrement d'avoir placé l'analyse des travaux de Lahire dans son *Astronomie du moyen âge,* sans remarquer que Lahire ne s'est occupé, en fait d'Astronomie, que de Gnomonique, et qu'il a ainsi choisi sa place.

Delambre a été un très honnête homme, un savant très distingué, un chercheur infatigable, un historien consciencieux et impartial, et s'il y a quelques additions à faire à son ouvrage, cela tient seulement à ce qu'il n'a pas connu tous les documents que nous devons aux hommes de mérite qui ont, depuis, retrouvé les

textes de quelques ouvrages hindous, chaldéens et égyptiens, et qui se sont voués à en chercher l'interprétation. Mais ceux-là respectent Delambre.

FABER OU LE FÈVRE D'ÉTAPLES (JACQUES).

(Né à Étaples en 1455, mort à Nérac en 1536.)

Il enseigna d'abord les belles-lettres à Paris, voyagea ensuite en Europe, en Asie et en Afrique, et devint précepteur du troisième fils de François Ier.

Outre la traduction de plusieurs ouvrages anciens de Géométrie, on a de lui un abrégé de Boëce, une Arithmétique en dix livres et un traité de la Musique en quatre livres.

Il joua un rôle important dans les disputes religieuses de son temps.

WERNER (JEAN).

(Né à Nuremberg en 1468, mort en 1528.)

Sa vie est peu connue; on sait seulement qu'à l'âge de vingt-cinq ans il se rendit en Italie où il passa plusieurs années occupé à des observations astronomiques, notamment sur la comète qui fit son apparition au mois d'avril 1500.

D'après les observations qu'il avait faites sur les positions de Régulus, de α de la Vierge et de α de la Balance, comparées à celles que Ptolémée et Alphonse avaient assignées aux mêmes étoiles, il trouva une nouvelle valeur pour la précession des équinoxes. Il faisait l'obliquité de l'écliptique égale à $23°28'$.

Il publia en 1514 des *Annotations sur le premier livre de la Géographie de Ptolémée*, où il expliquait un passage obscur, relatif à la projection de la sphère céleste sur une surface plane. C'est dans ce même ouvrage que l'on trouve mentionnée pour la première fois la méthode pour déterminer les longitudes géographiques à l'aide des distances angulaires de la Lune à différentes étoiles.

En 1522 parurent à Nuremberg ses *Opera mathematica* qui renferment entre autres un traité sur les coniques.

On lui doit un traité de Trigonométrie en cinq livres; un ouvrage *sur le mouvement de la huitième sphère* et divers écrits sur la construction et l'usage des instruments.

Il avait exécuté une machine où les mouvements du Soleil, de la Lune et des planètes étaient représentés conformément au système de Ptolémée.

Montucla lui attribue expressément l'invention de l'ingénieuse méthode de la *prostaphérèse*, qui fut universellement adoptée par tous les calculateurs astronomes jusqu'à l'invention des logarithmes.

Cette méthode exactement contraire à celle que nous suivons, maintenant que nous nous servons des logarithmes pour le calcul des produits, consistait à transformer dans toutes les formules de Trigonométrie les produits de sinus ou de cosinus en sommes ou en différences.

Jusqu'à Viète, on résolvait presque toujours les triangles obliquangles en les décomposant d'abord en triangles rectangles par une perpendiculaire ou par un arc perpendiculaire mené de l'un des sommets sur le côté opposé. Par suite, les formules des inconnues se réduisaient presque toujours à des produits de deux fac-

teurs; ce sont ces produits qu'on transformait en sommes ou en différences, par prostaphérèse.

Cette méthode avait été attribuée tantôt à Raymond Ursus, tantôt à Tycho ou à Wittichius; Christmann, dans sa *Theoria Lunæ,* en fait remonter le mérite à Werner. « Ce géomètre, dit-il, l'avait proposée et en avait fait usage dans un traité *De triangulis*, qui n'a jamais été imprimé, ce qui a permis à quelques autres de s'en faire honneur. »

Werner n'avait pas étendu la méthode à tous les cas usuels; Tycho, Wittichius, Juste Byrge, Ursus et Melchior Jostelius la perfectionnèrent et apprirent à s'en servir même lorsque les facteurs du produit étaient des tangentes.

Malheureusement Ebn Jounis avait justement fait les mêmes choses cinq cents ans auparavant.

STŒFFLER OU STOFFLER (JEAN).

(Né en 1472, mort en 1530.)

Professeur de Mathématiques à Tubingue. Il est auteur d'éphémérides calculées pour cinquante années à partir de 1500, d'un traité sur l'astrolabe intitulé *Elucidatio fabricæ ususque Astrolabi a Joanne Stœfflerino, viro germano et totius sphæricæ doctrinæ doctissimo, nuper ingeniose concinnata atque in lucem edita* (1513), et d'un commentaire sur *La sphère* de Proclus.

Très occupé d'Astrologie, il rencontra juste, au moins pour lui-même. L'examen de son thème de nativité lui avait donné

la conviction qu'il mourrait un certain jour désigné, du choc d'un corps lourd qui devait lui tomber sur la tête. Il ne sortit pas ce jour-là, reçut quelques amis et pensait voir la journée s'achever sans encombre, lorsque, voulant atteindre un livre placé sur un rayon mal assuré, il reçut la planche et tous les livres sur la tête. Il mourut des suites du coup.

CINQUIÈME PÉRIODE.

De COPERNIC, né en 1473,
à VIETE, né en 1540.

Noms des savants de cette Période.

	Né en	Mort en
Copernic	1473	1543
Gauricus	1476	1558
Grammateus	1476	
Rudolff		1550
Estienne de la Roche	1480	
Scaliger (Jules-César)	1481	1558
Stifel	1486	1567
Munster	1489	1552
Nonius	1492	1577
Paracelse	1493	1541
Scheubel	1494	1570
Maurolyco	1494	1575
Fernel	1497	1558
Forcadel	1500	1570
Recorde	1500	1558
Tartaglia	1500	1557
Cardan	1501	1576
Rondelet	1507	1556
Gemma	1508	1558
Commandin	1509	1575
Servet (Michel)	1509	1553
Bernard Palissy	1510	1589
Lilio	1510	1576
Reinhold	1511	1553
Mercator	1512	1594
Rheticus	1514	1576
Vésale	1514	1564
Ramus	1515	1572
Peletier (du Mans)	1517	1582
Ambroise Paré	1517	1590
Césalpin	1519	1603
Eustachi	1520	1574
Ferrari	1522	1562
Fallope	1523	1562

Memmius		
Colombo	1525	1577
Fletcher	1530	1580
Bombelli	1530	
Benedetti	1530	1590
Molezio	1531	1580
Danti	1536	1586
Clavius	1537	1612
Guillaume IV de Hesse		1592
Prœtorius	1537	1616
Fabrizio (d'Aquapendente)	1537	1619
Néri	1537	1614
Barozzi	1538	1587
Ludolph van Ceulen	1539	1610

CINQUIÈME PÉRIODE

Cette période est caractérisée par la belle invention de Copernic, qui renouvelle toute l'Astronomie, en fournissant les moyens d'évaluer les rapports des distances des planètes au Soleil ; et par la découverte de la formule de résolution de l'équation du troisième degré.

Nous analysons plus loin ces théories. Nous nous bornons ici à noter les progrès accomplis dans les différentes branches de la Science.

Progrès de l'Algèbre.

Florido, Tartaglia et Cardan découvrent la formule de résolution de l'équation du troisième degré, au moins pour le cas où elle n'a qu'une racine réelle, et Bombelli traite, peu après, le cas irréductible. Ferrari résout l'équation du quatrième degré. Stifel imagine les signes + et — pour indiquer l'addition et la sous-

traction, et commence à représenter l'inconnue d'une équation par une lettre.

Progrès de la Géométrie.

Munster résout complètement le problème de la construction d'un cadran solaire. Nonius définit et étudie la loxodromie.

Progrès de l'Astronomie.

Copernic propose son système du Monde qui obtient bientôt un assez grand nombre d'adhérents ; la réforme du Calendrier s'effectue ; Danti constate la diminution lente de l'obliquité de l'écliptique ; Nonius applique la Trigonométrie à la détermination du jour où la durée du crépuscule est maximum ou minimum.

Progrès de la Mécanique.

Benedetti ébauche une théorie de la chute des graves.

Progrès de la Physique.

Fletcher ébauche une explication du phénomène de l'arc-en-ciel par la réfraction de la lumière, en traversant les gouttes d'eau.

Progrès de la Chimie.

Néri analyse les procédés de fabrication du verre.

Progrès de la Physiologie.

Colombo observe la simultanéité des contractions du cœur et des dilatations des artères; Fabrizio d'Aquapendente découvre les valvules des veines et observe qu'elles s'ouvrent du côté du cœur. Maurolyco ébauche la théorie de la vision. André Vésale, Fallope et Eustachi fondent l'anatomie moderne.

BIOGRAPHIE

DES

SAVANTS DE LA CINQUIÈME PÉRIODE

ET

ANALYSE DE LEURS TRAVAUX.

COPERNIC (NICOLAS).

(Né à Thorn, en 1473, mort à Frauenbergen en 1543.)

Après avoir terminé ses études dans sa ville natale, Copernic fut envoyé en 1491 à l'Université de Cracovie où il suivit les cours d'Albert Brudzewski, professeur d'Astronomie. Lorsque Brudzewski passa en Lithuanie pour remplir le poste de secrétaire du grand-duc Alexandre, depuis roi de Pologne, Copernic revint à Thorn (1493), avec l'intention d'entrer dans les ordres; mais il abandonna momentanément ce projet pour se rendre à l'Université de Padoue et visita Bologne, où il aida Dominique-Marie de Ferrare dans ses observations astronomiques. Ses connaissances lui créèrent une si grande réputation en Italie, qu'il fut appelé à Rome, à l'âge de vingt-sept ans, pour y professer les Mathématiques; ses leçons publiques lui attirèrent de tous côtés un concours nombreux de disciples. Il se fit ensuite recevoir docteur en médecine à Padoue, retourna à Thorn en 1501; mais repartit, peu de temps après, pour l'Italie; revint en 1503 à Cra-

covie, où il se fit prêtre, et s'établit définitivement, en 1510, à Frauenberg, sur les bords de la baie formée par la mer Baltique; il y éleva un observatoire, et c'est là qu'il médita et prépara sa révolution astronomique. Il se servait d'un instrument parallactique composé de trois morceaux de bois, avec des divisions marquées à l'encre. Tycho-Brahé, qui en devint le possesseur, le conservait comme une relique, et composa à ce sujet des vers dont voici la traduction :

« La Terre ne produit pas un pareil homme dans l'espace de plusieurs siècles. Il a pu arrêter le Soleil dans sa course autour des cieux et faire circuler la Terre immobile; il a fait tourner autour d'elle la Lune et a transformé l'aspect de l'Univers. Voilà ce que Copernic a osé avec ces petits bâtons liés par un art si facile. Il a donné des lois à l'Olympe tout entier. Il a exécuté ce qu'il ne fut permis d'accomplir à aucun mortel depuis le commencement du monde. Qu'est-ce qui est supérieur au génie? Jadis les géants, voulant pénétrer dans les cieux, ramassèrent les montagnes et les placèrent les unes sur les autres, et cependant, puissants par la force, faibles par l'esprit, ils n'ont pu pénétrer dans les sphères célestes. Lui, confiant dans la puissance du génie, et n'ayant pour force que ces minces morceaux de bois, il a surmonté les hauteurs de l'Olympe. Oh! les souvenirs que laisse un tel homme sont impérissables, même lorsqu'ils sont de bois. L'or envierait leur valeur, s'il les pouvait apprécier. »

C'est vers 1512 qu'il entra en pleine possession de son système, dont une certaine méfiance de lui-même et la crainte du ridicule lui firent retarder pendant longtemps la publication. « Il m'est permis, dit-il dans sa préface, de croire qu'aussitôt que l'on connaîtra ce que j'ai écrit dans cet ouvrage sur les mouvements de la

Terre, on criera haro sur moi. Du reste, je ne suis pas assez amoureux de mes idées pour ne pas tenir compte de ce que d'autres en penseront; puis, bien que les pensées d'un philosophe s'écartent des sentiments du vulgaire, parce qu'il se propose la recherche de la vérité, autant que Dieu l'a permis à la raison humaine, je ne suis pas cependant d'avis de rejeter entièrement les opinions qui semblent s'en éloigner. Tous ces motifs, ainsi que la crainte de devenir, à raison de la nouveauté et de l'absurdité apparente, un objet de risée, m'avaient fait presque renoncer à l'entreprise. Mais des amis, parmi lesquels le cardinal Schomberg et Tidemann Gisius, évêque de Kulm, parvinrent à vaincre ma répugnance. Ce dernier surtout mit la plus grande insistance à me faire publier ce livre, que j'avais gardé sur le chantier, non pas neuf ans, mais près de trente-six. »

Ce n'est qu'à l'âge de soixante-dix ans qu'il se décida à faire imprimer son livre qui parut à Nuremberg en 1543. Rhéticus, son disciple et son ami, s'était chargé d'en revoir les épreuves. Copernic n'en reçut le premier exemplaire que peu de jours avant sa mort.

Copernic avait dédié son ouvrage au pape Paul III : « Figurons-nous, lui écrit-il, un assemblage de membres détachés du corps humain, qui appartiendraient à des individus d'une taille et d'une conformation différentes. Si l'on s'avisait d'en composer un tout organisé, la disproportion des parties, leurs diverses configurations présenteraient dans un rapprochement discordant l'aspect hideux d'un monstre, plutôt que la forme régulière de la figure humaine. Voilà les traits sous lesquels s'offrait à mes yeux l'édifice de l'Astronomie ancienne. L'explication des mouvements célestes m'y présentait à chaque pas des écueils où venaient se

briser les opinions généralement reçues. Des suppositions favorables à certains cas, et ne pouvant s'ajuster à d'autres, tantôt adoptées, tantôt interprétées forcément, tantôt abandonnées, loin d'éclairer la marche du raisonnement, jetaient autant de confusion dans les choses que d'obscurité dans l'esprit. Elles écartaient la conviction en prêtant à l'ouvrage merveilleux de la nature toutes les couleurs de la bizarrerie. Que devais-je penser d'un tel échafaudage enveloppé d'un nuage épais, s'affaissant et s'écroulant de toutes parts sous le poids des contradictions et des difficultés, sinon qu'il portait sur une base frêle et caduque? »

Quelques anciens avaient eu vaguement l'idée du mouvement annuel de la Terre autour du Soleil; après avoir rappelé leurs opinions en faveur de ce système, Copernic ajoute :

« Et moi aussi, prenant occasion de ces témoignages, j'ai commencé à méditer sur le mouvement de la Terre. Et quoique cette opinion parût absurde, j'ai pensé, puisque d'autres avant moi ont osé imaginer une foule de cercles pour démontrer les phénomènes astronomiques, que je pourrais me permettre aussi d'essayer si, en supposant la Terre mobile, on ne parviendrait pas à trouver, sur la révolution des corps célestes, des démonstrations plus solides que celles qui ont été mises en avant. Après de longues recherches, je me suis enfin convaincu : que le Soleil est une étoile fixe, entourée des planètes qui roulent autour d'elle, et dont elle est le centre et le flambeau; qu'outre les planètes principales il en est encore du second ordre, qui circulent d'abord comme satellites autour de leurs planètes principales, et avec celles-ci autour du Soleil; que la Terre est une planète principale, assujettie à un triple mouvement; que tous les phénomènes du mouvement diurne et annuel, le retour périodique des saisons,

toutes les vicissitudes de la lumière et de la température de l'atmosphère qui les accompagnent sont des résultats de la rotation de la Terre autour de son axe et de son mouvement périodique autour du Soleil; que le cours apparent des étoiles n'est qu'une illusion d'optique, produite par le mouvement réel de la Terre et par les oscillations de son axe; qu'enfin le mouvement de toutes les planètes donne lieu à un double ordre de phénomènes qu'il est essentiel de distinguer, dont les uns dérivent du mouvement de la Terre, les autres de la révolution de ces planètes autour du Soleil. »

« Je ne doute pas que les mathématiciens ne soient de mon avis, s'ils veulent se donner la peine de prendre connaissance, non pas superficiellement, mais d'une manière approfondie, des démonstrations que je donnerai dans cet ouvrage. »

Le système de Copernic fut, comme l'on sait, embrassé avec enthousiasme par les plus illustres savants et décrié par un grand nombre d'autres. Les longues querelles auxquelles il donna lieu s'expliquent naturellement par ce fait, que Copernic n'avait pu fournir d'autres preuves de la vérité de son opinion que la simplicité de son système et la complication de celui de Ptolémée. C'est, du reste, ce qui avait dû le tenir si longtemps en défiance de lui-même.

Aujourd'hui, le mouvement annuel est prouvé directement par le phénomène de l'aberration des étoiles fixes, et le mouvement diurne par la rotation du plan d'oscillation d'un pendule. Mais, avant l'invention du télescope, on ne pouvait pas même savoir positivement si Vénus et Mercure passent entre le Soleil et la Terre; on n'avait aucun moyen d'apprécier les variations des diamètres apparents des planètes, en sorte que chaque astronome

pouvait placer à la distance qui lui convenait l'orbe de chacune d'elles. En un mot, rien ne permettait de fixer, même approximativement, les valeurs des principaux éléments de notre système planétaire. Les observations ne pouvaient donner pour chaque astre que le rapport des rayons de son épicycle et de son déférent. Les premières preuves directes de la vérité du système de Copernic ne purent être proposées que par Galilée, lorsqu'il eut reconnu les phases de Vénus et de Mars, et constaté les variations des diamètres apparents des principales planètes.

Rhéticus avait, avec l'assentiment de l'auteur, publié à Dantzig, en 1540, des extraits du manuscrit de Copernic, dans un ouvrage intitulé : *Narratio de libris revolutionum Copernici*, et, en 1542, une *Trigonometria Copernici;* enfin Copernic se décida à faire paraître son ouvrage *De revolutionibus corporum cœlestium.* La seconde édition fut publiée à Bâle en 1566 ; la troisième à Amsterdam, en 1617 ; enfin la quatrième édition parut à Varsovie en 1851, en latin, avec la traduction polonaise, par Jean Baranowski, professeur d'Astronomie.

En 1543, le pape Paul III avait agréé la dédicace, sans observation; mais, sous le pontificat de Paul V, la congrégation de l'Index condamna le livre comme hérétique, par un décret du 5 mars 1616, qui, jusqu'à présent, n'a pas été rapporté officiellement.

Copernic avait auparavant donné un ouvrage intitulé : *Dissertatio de optima monetæ cudendæ ratione, anno* 1526 *scripta*, qui fut réédité à Varsovie en 1816, en latin et en polonais, par Félix Bentkowski, et par extraits en français, à Paris, en 1864, par Louis Wolowski. Dans cette dissertation, Copernic dit : « Nous voyons fleurir les pays qui ont de la bonne monnaie,

tandis que ceux qui n'en ont que de la mauvaise tombent en décadence et disparaissent... La monnaie faible nourrit plus la paresse qu'elle ne soulage la pauvreté. » Cette dissertation est un rapport qui lui avait été demandé par la diète de Pologne sur les moyens à employer pour remédier à l'avilissement des monnaies en cours, par suite des mélanges frauduleux que se permettaient les directeurs des ateliers de monnaies du royaume.

L'homme qui illustra la Pologne par son génie a toujours trouvé chez ses compatriotes l'admiration qui lui était due. Le monument primitif élevé dans l'église de Frauenberg le représente à genoux devant un crucifix, avec ces paroles qui lui étaient familières :

> Non parem Pauli gratiam requiro,
> Veniam Petri neque posco, sed quam
> Crucis ligno dederas latroni sedulus oro.

Et plus bas :

Nicolao Copernico, Thorunensi, absolutæ subtilitatis mathematico, ne tanti viri, apud exteros celeberrimi, in sua patria periret memoria, hoc monumentum positum. Mortuus Warmiæ, in suo canonicatu, anno 1543, die ætatis LXX.

Nous ne croyons pas pouvoir nous dispenser de donner au moins une très courte analyse du *Traité des révolutions des corps célestes*. Nous nous servons pour la faire de la traduction presque littérale que Delambre a donnée de ce Traité dans son *Histoire de l'Astronomie moderne*.

Le titre complet de l'ouvrage est :

Nicolai Copernici Taurinensis, de Revolutionibus orbium cœlestium libri VI. Norimburgæ, apud Jo. Petreium, 1543.

« Le monde, dit Copernic, est sphérique, parce que la sphère

est, de toutes les figures, la plus parfaite. » Nous passons les explications.

« La Terre est aussi sphérique. »

« La terre et l'eau forment un seul globe, le continent n'est qu'une grande île ; les voyages prouvent qu'il y a des antipodes. La terre occupe le fond des mers; la sphéricité de la Terre est prouvée par les éclipses de Lune. »

« Le Soleil et la Lune vont tantôt plus vite et tantôt plus lentement; les autres planètes sont successivement directes, stationnaires et rétrogades, elles s'approchent et s'éloignent de la Terre, mais on doit avouer que ces mouvements sont ou circulaires ou composés de circulaires. »

Copernic conserve naturellement cette idée des anciens, qu'il n'aurait pas pu remplacer; il substituera simplement d'autres cercles à ceux de Ptolémée.

« Les mouvements inégaux sont assujettis à certaines périodes, ce qui serait impossible, s'ils n'étaient circulaires. »

« La Terre a-t-elle un mouvement circulaire? Quel est le lieu de la Terre? La Terre est un globe; de cette forme résulte-t-il un mouvement? Quelle est la position de la Terre dans l'Univers? Voilà ce qu'il faut éclaircir, si l'on veut se rendre raison des mouvements. Presque tous les auteurs s'accordent à supposer la Terre immobile; l'opinion contraire leur paraît ridicule. Cependant si l'on examine attentivement la question, on verra qu'elle n'est pas résolue. Tout changement observé vient ou du mouvement de l'objet ou de celui de l'observateur, ou du mouvement relatif de l'un par rapport à l'autre; car si les deux mouvements étaient égaux, on n'aurait aucun moyen de les apercevoir. C'est de dessus la Terre que nous observons le Ciel; si la Terre a un

mouvement, le Ciel nous paraîtra se mouvoir en un sens contraire. Tout le Ciel paraît transporté d'Orient en Occident en vingt-quatre heures; laissez le Ciel en repos, et donnez ce mouvement à la Terre, mais d'Occident en Orient, vous aurez toutes les mêmes apparences. »

« Le Ciel est le contenant, la Terre le contenu, on ne voit pas pourquoi on attribuerait ce mouvement au premier plutôt qu'à l'autre. Héraclidès, Ecphantus et Nicetas (c'est Hicétas que veut dire Copernic) n'attribuaient à la Terre que le mouvement autour de son axe; ils admettaient qu'elle occupe le centre du monde. Mais c'est un point qui n'est pas moins douteux que celui de l'immobilité parfaite; on peut le nier, on peut dire que la distance de la Terre au centre est comparable aux distances du Soleil et des planètes, quoique nulle sensiblement en comparaison de la sphère des étoiles. Alors on aura une explication plausible des inégalités observées. »

« Puisque les planètes s'éloignent ou s'approchent de la Terre, il en résulte déjà qu'elle n'est pas le centre de leurs mouvements. Le changement de distance vient-il du mouvement des planètes seules? N'est-il pas en partie produit par le mouvement de la Terre? Il ne faudrait donc pas s'étonner si l'on avançait qu'outre le mouvement de révolution autour d'elle-même, la Terre a un second mouvement; que la Terre tourne et qu'elle est elle-même une planète. C'était l'opinion du Pythagoricien Philolaüs, mathématicien tellement distingué, que Platon, pour le voir, fit exprès le voyage d'Italie. »

« Les horizons de la Terre partagent le Ciel en deux parties égales, donc le volume de la Terre est un point. »

« Ptolémée n'a aucune raison de craindre que le mouvement

de la Terre ne dissipe et ne disperse tout ce qui est à la surface de la Terre. »

Il paraît par ce passage que Copernic n'avait pas encore une idée très nette de la pesanteur, sans quoi il l'eût opposée à la force centrifuge.

« Mais si la sphère des étoiles tournait en vingt-quatre heures, cette dispersion ne serait-elle pas plus à craindre, le mouvement étant infiniment plus considérable? Ce mouvement si rapide serait-il nécessaire pour empêcher les étoiles de tomber sur la Terre?

« Ce qui est incontestable, c'est la sphéricité de la Terre; le mouvement convient à cette forme, pourquoi hésiterions-nous à l'admettre, sans nous inquiéter de ce que nous ne pouvons savoir? Admettons donc la révolution diurne de la Terre.

« Ceux qui sont sur un vaisseau attribuent leur mouvement aux objets extérieurs :

Provehimur portu terræque urbesque recedunt.

« C'est ce qui nous arrive : la Terre tourne et tout le Ciel nous paraît tourner. Les nuages et tout ce qui est porté dans l'air participent au mouvement de la Terre, ce mouvement est commun à toute l'atmosphère. »

Ici Copernic remarque que les comètes participent au mouvement diurne. Il aurait pu tirer de ce fait une excellente raison en faveur de son système, car dans l'hypothèse de l'immobilité de la Terre, il aurait fallu créer pour chacun de ces astres, si rapides et si excentriques, au moins une ou deux sphères, plus ou moins rattachées à la sphère des fixes. Mais Copernic ne se sert pas de ce moyen. Il est vrai qu'il devait avoir bien peu d'idées arrêtées relativement aux comètes, sur lesquelles il n'a guère été rien dit de

raisonnable avant Newton. Cependant Régiomontanus avait déjà démontré qu'elles se meuvent au delà de la sphère de la Lune.

« Les choses qui tombent ou qui montent ont un mouvement composé du droit et du circulaire. Par le mouvement circulaire et commun elles paraîtraient en repos. A ce mouvement vient se joindre un mouvement en ligne droite qui les approche ou les éloigne du centre; ainsi les graves tombent et les ignés s'élèvent; la flamme est une fumée ardente. »

« On ne peut donner le même centre à tous les mouvements. »

C'est-à-dire que, quel que soit le système que l'on adopte, il faudra toujours donner des centres différents aux orbites des différents astres.

« On peut donc douter que le centre du monde soit celui de la Terre et de la gravité terrestre. »

« La gravité n'est qu'une tendance naturelle donnée par le Créateur à toutes les parties, qui les porte à se réunir et à former des globes. Il est croyable que c'est cette tendance qui a donné au Soleil, à la Lune et aux autres planètes une forme sphérique, ce qui ne les empêche pas d'accomplir leurs révolutions diverses. Si donc la Terre a un mouvement, ce mouvement sera semblable à celui des autres corps; nous aurons un circuit annuel. »

« Le mouvement du Soleil sera remplacé par celui de la Terre. Le Soleil étant devenu immobile, les levers et les couchers auront lieu de même; les stations et rétrogradations tiendront au mouvement de la Terre. »

Il convient, je crois, d'insister sur ce point. La théorie des stations et rétrogradations pouvait seule, en effet, fournir alors un criterium propre à juger entre les différents systèmes.

Nous avons déjà dit qu'en possession seulement de données

très vagues sur les distances des astres entre eux et à la Terre, ne pouvant tout au plus que constater que Jupiter et Mars paraissent plus gros en opposition que près de leurs conjonctions, et conservant aux planètes des orbites circulaires (qu'il compliquera cependant plus tard d'épicycles) Copernic ne pouvait faire valoir en faveur de son système qu'une plus grande simplicité; cependant les stations et rétrogradations des projections des planètes sur la sphère des fixes ainsi que les grandes variations de leurs vitesses apparentes constituent un phénomène à part, qui pouvait fournir une preuve à peu près positive.

En effet, les anciens avaient bien pu se rendre compte de ces phénomènes au moyen de la combinaison, pour chaque planète, d'un épicycle et d'un déférent, le centre de l'épicycle parcourant le déférent dans le sens de la révolution générale de la planète et cette planète décrivant son épicycle, toujours dans le même sens, de façon à se trouver tantôt à droite, tantôt à gauche de sa position moyenne sur le déférent.

Mais pourquoi les changements dans le sens de leurs vitesses avaient-ils lieu, pour toutes les planètes, lorsqu'elles occupaient des positions analogues par rapport à la ligne droite tirée de la Terre vers le Soleil? Pourquoi surtout ces changements de sens étaient-ils beaucoup plus nombreux, dans le cours d'une révolution sidérale, pour Saturne et pour Jupiter, que pour Mars? Pourquoi, si ce n'était parce que la durée de la révolution de la Terre étant une plus petite fraction de la durée de la révolution de Saturne ou de Jupiter, que de la durée de la révolution de Mars, Saturne se trouvait trente-deux fois en conjonction dans le cours de sa révolution sidérale, Jupiter douze fois et Mars seulement deux fois?

A quel instant deux mobiles, observés chacun de la position occupée par l'autre, doivent-ils paraître en station sur un tableau indéfiniment éloigné, comme la sphère céleste ? C'est lorsque la ligne qui joint ces mobiles est parallèle à celle qui les joindra un instant après.

Aussitôt en possession de cette idée, Copernic chercha à déterminer, dans son hypothèse de la Terre mobile dans un cercle autour du Soleil, ainsi que toutes les autres planètes, les positions dans lesquelles ces autres planètes devaient paraître en station, à un observateur placé à la surface de la Terre, et il vit, ce qui est facile à vérifier, que deux stations consécutives de chaque planète devaient correspondre à des élongations égales, mais de sens contraires, de cette planète.

Pour aller plus loin, c'est-à-dire pour retrouver les élongations correspondant aux stations, telles qu'elles sont fournies par les observations, il lui eût fallu les rayons des cercles décrits par les diverses planètes; car, quant aux durées des révolutions, c'est-à-dire aux vitesses angulaires, on les connaissait.

Mais, et c'est par là que la théorie de Copernic acquiert un caractère de grandeur incomparable par la nouveauté et la beauté des résultats auxquels elle conduisait immédiatement, les élongations correspondant aux stations dépendaient des rayons des orbites, mais les rayons des orbites dépendaient aussi des élongations des points de station. Et puisqu'on connaissait ces élongations, on pourrait en déduire les rayons des orbites.

Ainsi les distances de tous les astres entre eux, distances sur lesquelles les anciens n'avaient pu acquérir aucune donnée, allaient être facilement déterminées, et par un seul effort le système du monde serait enfin dévoilé !

Copernic explique très bien cette idée, quoique d'une façon un peu trop concise, dans le passage suivant :

« Admettons que Vénus et Mercure tournent autour du Soleil, alors leurs digressions seront nécessairement déterminées par les rayons de leurs orbites »

« Qui nous empêche de rapporter au même centre Saturne, Jupiter et Mars ? Il nous suffira de donner des rayons convenables à leurs orbes. »

Il range les planètes dans l'ordre des durées de leurs révolutions :

« Saturne dont la révolution est de trente ans, après lui Jupiter qui fait le tour du Ciel en douze ans ; Mars qui fait le sien en deux ans, puis la Terre, dont le tour est d'un an ; Vénus qui fait le sien en neuf mois ; enfin Mercure dont la révolution n'est que de quatre-vingt-huit jours. »

Il explique ensuite pourquoi les arcs de rétrogradation sont plus grands pour Jupiter que pour Saturne et moindres que pour Mars. Il montre aussi qu'ils sont plus grands pour Vénus que pour Mars.

« Tous ces phénomènes, dit-il en terminant cette discussion, dépendent du mouvement de la Terre ; on ne voit rien de semblable dans les fixes, à cause de leur extrême distance, pour laquelle le mouvement de la Terre s'évanouit. »

Copernic aurait pu traiter directement, du point de vue qu'il indique lui-même, la question de la détermination des rayons des orbites de toutes les planètes, en prenant pour unité celui de l'orbite terrestre. Le calcul n'aurait pas surpassé en difficultés ce qu'il pouvait faire.

Soient R et R′ les rayons des orbites de la Terre et d'une planète, ω et ω' leurs vitesses angulaires autour du Soleil, et t le temps

compté à partir d'une opposition, par exemple, ou d'une conjonction inférieure, s'il s'agit de Vénus ou de Mercure : la tangente de l'angle de la droite joignant les deux planètes avec l'axe dans lequel s'est faite l'opposition, serait

$$\frac{R \sin \omega t - R_1 \sin \omega_1 t}{R \cos \omega t - R_1 \cos \omega_1 t},$$

et la condition de stationnement s'exprimerait par l'équation

$$R^2 \omega - RR_1 (\omega + \omega_1) \sin (\omega - \omega_1) t + R_1^2 \omega_1 = 0,$$

où tout serait connu, excepté $\frac{R_1}{R}$, que l'on pourrait donc évaluer.

La question, il est vrai, dépend du Calcul différentiel, mais les fonctions circulaires se prêtent plus aisément que toutes les autres à la détermination de leurs maxima et minima, les formules qui expriment les sinus et cosinus de la somme de deux angles faisant immédiatement connaître leurs accroissements et celles qui servent à changer en produits les différences de sinus et de cosinus permettant de réduire les expressions de ces accroissements à des monômes.

Si Copernic n'avait pas pu faire ce calcul, il aurait, du moins, pu opérer comme a fait Descartes dans sa théorie de l'arc-en-ciel ; mais l'idée ne paraît pas lui en être venue. Du reste, les plans des orbites ne se confondant pas, je ne sais si les calculs auraient donné des résultats assez approchés.

Au reste, Copernic ne se proposait pas seulement d'obtenir les rayons des orbites ; il voulait aussi déterminer les excentricités, les périhélies, les aphélies, etc. Il lui fallait donc recourir à des pro-

cédés plus compliqués. D'ailleurs il tenait surtout, non pas seulement à ne pas paraître vouloir supprimer les travaux de Ptolémée, mais même à s'en servir effectivement. Tous les inventeurs obéissent à une tendance analogue, qui prend sa source dans des vues très justes. Pour être admis à proposer le renversement d'une théorie, il faut d'abord montrer au moins qu'on la connaît; en second lieu il faut faire voir, en se servant habilement de l'ancienne, que l'erreur qu'elle renferme ne tient qu'à une manière vicieuse de voir les mêmes faits; enfin pour convaincre la génération contemporaine, habituée à cette ancienne théorie, il faut déduire, autant que possible, les preuves que l'on apporte des notions et des faits acceptés.

Quoi qu'il en soit, voici comment s'y prit Copernic pour déterminer les distances des différentes planètes au Soleil, celle de la Terre étant prise pour unité : Il considère toutes les preuves qu'il a données précédemment comme suffisantes; il admet en conséquence que toutes les planètes ainsi que la Terre décrivent des cercles autour du Soleil; et, partant de là, il remarque que, pour passer de la représentation géométrique des mouvements, dans le système de Ptolémée, à celle qui convient à son propre système, il suffit de faire passer tous les déférents par le Soleil, ce qui est permis, puisque Ptolémée laisse les rayons de ces déférents indéterminés et n'assigne pour chaque planète que la valeur du rapport du rayon de l'épicycle au rayon du déférent.

Soient ST et SP les rayons des orbites de la Terre et d'une planète autour du Soleil, dans le nouveau système; R le rayon du déférent de cette planète, et r le rayon de son épicycle, dans l'ancien système.

Le rapport des distances périgée et apogée de la planète, dans

le nouveau système, est

$$\frac{\mathrm{ST}-\mathrm{SP}}{\mathrm{ST}+\mathrm{SP}};$$

le même rapport, dans l'ancien système, ést exprimé par

$$\frac{\mathrm{R}-r}{\mathrm{R}+r}.$$

L'égalité de ces expressions entraîne l'égalité

$$\frac{\mathrm{ST}}{\mathrm{SP}}=\frac{\mathrm{R}}{r};$$

mais Ptolémée a donné les valeurs, relatives aux différentes planètes, du rapport $\frac{\mathrm{R}}{r}$; ces valeurs font donc connaître celles du rapport $\frac{\mathrm{ST}}{\mathrm{SP}}$.

Il est étonnant que Copernic n'ait pas essayé au moins de vérifier que les valeurs trouvées par cette méthode s'accordaient bien avec celles qu'aurait fournies sa théorie des stations. Je ne sache pas du reste que personne ait tenté, lorsqu'elle était utile, cette vérification qui aurait immédiatement fourni une preuve presque décisive de la justesse des nouvelles idées.

C'est également au moyen des méthodes mêmes de Ptolémée que Copernic a cherché les valeurs de tous les autres éléments des différentes planètes, notamment leurs excentricités, car il avait reconnu lui-même que les orbites n'ont pas exactement le Soleil pour centre.

Nous ne donnons pas les nombres auxquels il est arrivé, parce que les moyens d'observation étaient alors trop imparfaits pour

conduire à des résultats exacts, et que, d'ailleurs, le mérite de Copernic consiste surtout à avoir proposé les méthodes pour les obtenir.

Nous rapporterons seulement les valeurs qu'il assigne aux rayons des orbites des trois planètes supérieures, celui de l'orbite terrestre étant pris pour unité. Il trouvait :

Pour Saturne..............	9,17431
» Jupiter..............	5,21918
» Mars.................	1,51976

Les observations modernes donnent :

Pour Saturne..............	9,53885
» Jupiter..............	5,20280
» Mars.................	1,52369

On voit que ces nombres sont très remarquablement approchés, et si l'on songe qu'avant Copernic on n'avait absolument aucune donnée sur des éléments si importants de notre système planétaire; on ne saura comment louer une si belle œuvre.

Au reste, il ne faudrait pas croire que Copernic fût simplement un philosophe très clairvoyant; il était aussi bon mathématicien que les meilleurs de son temps et très au courant des travaux de Ptolémée, des astronomes arabes, de Purbach et de Régiomontanus.

Non seulement il connaissait à fond toutes les méthodes trigonométriques, mais c'est même lui qui a donné la première démonstration simple de la formule fondamentale de Trigonométrie sphérique :

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A;$$

GAURICUS (LUC).

[Né à Gifoni (ancien royaume de Naples), en 1476, mort à Rome, en 1558.]

Son véritable nom est Gauric. Il se livra d'abord à l'enseignement des Mathématiques, puis s'adonna à l'Astrologie. Le métier d'astrologue lui rapporta des richesses et des honneurs, mais aussi des désagréments. C'est ainsi qu'ayant prédit à Bentivoglio, de Bologne, qu'il serait chassé de cette ville avant une année, Bentivoglio lui fit administrer cinq tours d'estrapade.

Toutefois les papes Jules II, Léon X, Clément VII et Paul III accordèrent des marques d'estime au prétendu devin, qui fut nommé, en 1545, évêque de *Civita ducale*.

Gauricus fut un des premiers promoteurs de la réforme du Calendrier. Il déplore dans son *Calendarium ecclesiasticum, ex sacris litteris, probatisque sanctorum patrum synodis excerptum* (Venise, 1552) le malheur qui fait que la Pâque est souvent célébrée en dehors de la règle prescrite par les conciles, et supplie le pape de ne pas laisser plus longtemps les chrétiens dans les liens de l'excommunication, de l'anathème, etc.

Il a publié un livre : *Des inventeurs de l'Astronomie;* donné des notes pour l'édition de Bâle de la *Syntaxe* de Ptolémée; rassemblé les commentaires de divers auteurs sur Sacro-Bosco et Purbach, et corrigé les Tables alphonsines.

Mais il a aussi publié un *Tractatus astrologicus. in quo agitur de præteritis multorum hominum accidentibus, per proprias eorum genituras, ad unguem examinatis.*

Ses ouvrages ont été publiés à Bâle, sous le titre *Opera omnia* en 1575.

HENRICUS GRAMMATEUS.

(Né à Erfurt vers 1476.)

Son vrai nom est Heinrich Schreibers. Il a publié en allemand à Vienne, en 1518, un ouvrage dont le titre traduit est : *un nouveau, artistement facile et certain petit livre de compte, sur tous commerces, d'après les communes règles de trois; avec la pratique française, les règles du faux, quelques règles de la chose et la tenue des livres.*

Il y fait un usage constant de signes + et — ; il désigne les puissances successives de l'inconnue par *pri*, *se*, *ter*, *quar*, etc.

RUDOLFF (CHRISTOPHE)

(Géomètre allemand, mort vers 1550.)

On a de lui une Algèbre en allemand intitulée : *Die Coss*, imprimée pour la première fois en 1522 et rééditée en 1553, après sa mort, par les soins de Michel Stifel, son compatriote, et, comme lui, géomètre habile pour le temps. Rudolff acquit assez de réputation pour être appelé le précepteur de toute l'Allemagne en Mathématiques. Il se dit élève de Grammateus.

ESTIENNE DE LA ROCHE.

(Né à Lyon vers 1480.)

On a de lui un *Traité d'Arithmétique, d'Algèbre et de Géométrie usuelle,* en français, publié en 1520 et réimprimé en 1538, où

les puissances sont indiquées par des signes conventionnels, comme chez les cossistes, et les racines, par des indices, sous la forme typographique ℞², ℞³, ... On y trouve la résolution des équations du second degré.

Dans le cas où l'équation (le canon) affecte la forme

$$x^2 + q = px,$$

l'auteur dit, à peu près comme Mohammed ben Musa, que la question comporte le plus souvent double réponse. « *Car, quant la racine de la reste* $\left(\sqrt{\frac{p^2}{4} - q}\right)$ *est adjoustée à la moytié du moyen* $\left(\text{à } \frac{p}{2}\right)$, *elle produyt ung nombre. Et quant elle est soubstraicte elle en présente ung autre. qui tous deux ont les propriétés qu'il convient avoir. Et pour tant peult-on prendre lequel que l'on veult.* »

Il dit dans sa préface qu'il s'est instruit à la lecture des ouvrages de Maître Nicolas Chuquet, parisien, de Philippe Friscobaldi, florentin, et de frère Luques de Burgo, sancti sepulcri. Il a en effet en partie répété Nicolas Chuquet, mais sans adopter les nouveaux signes employés par son modèle.

SCALIGER (JULES-CÉSAR).

(Né à Padoue en 1481, mort à Agen en 1558.)

Il était fils d'un peintre nommé Benedetto Bordoni et imagina de se fabriquer une généalogie qui le rattachât à la famille des princes *della Scala*. Après une jeunesse aventureuse, il se mit à

étudier la Médecine, et vint s'établir à Agen. Il a fait faire quelques progrès à la Botanique, en cherchant à établir une classification des plantes, plus scientifique que celle de Théophraste, dont il a commenté les œuvres. Il a en outre laissé un grand nombre d'ouvrages de critique littéraire et de philosophie.

STIFEL (MICHEL).

(Né à Esslingen en 1486, mort à Iéna en 1567.)

Il était moine dans l'ordre des Augustins, lorsqu'il se convertit au protestantisme et se fit pasteur. Il exerça successivement son ministère en Saxe, en Autriche et en Prusse.

Stifel, après avoir combiné les lettres numérales de certains passages de la Bible, annonça la fin du monde pour l'année 1533. Des naïfs, qui avaient cru à cette prédiction et avaient agi en conséquence, furieux d'avoir été trompés, s'emparèrent de Stifel et le conduisirent dans la prison de Wittemberg; mais Luther le fit relâcher. Malgré ses mécomptes, Stifel n'en continua pas moins, jusqu'à la fin de sa vie, à croire que la fin du monde était proche.

C'était un mathématicien très distingué, qui, l'un des premiers, se servit des signes + et — pour indiquer les opérations d'addition et de soustraction. Stifel est principalement connu par son *Arithmetica integra* (Nuremberg, 1544, in-4), dans laquelle on a voulu voir l'invention des logarithmes. Il est vrai qu'il y compare les progressions arithmétique et géométrique, comme nous le faisons aujourd'hui, et qu'il constate la relation fondamentale qui sert de base à la théorie des logarithmes; mais il n'a pas eu

l'idée de compléter les deux progressions par l'insertion de moyens en nombre illimité, et il ne songea d'ailleurs aucunement à faire servir sa remarque à l'établissement d'un nouveau mode de calcul arithmétique. Il supprime à regret, dit-il, plusieurs autres propriétés du système des deux progressions comparées, suppression qui prouve qu'il n'avait pas entrevu la révolution qu'allait susciter Neper.

Outre cet ouvrage, on a de lui, en allemand : *Très merveilleux calcul de mots, avec quelques nombres indicateurs de* Daniel *et de l'*Apocalypse *de saint Jean* (1553); un *Traité d'Algèbre* ou est reproduite la Coss de Rudolff avec de grands développements, et un poème sur la *Doctrine de Luther*.

On le cite comme ayant, avant Viète, représenté par des lettres les nombres connus et inconnus. Mais il y a loin des nombres aux grandeurs.

MUNSTER (SÉBASTIEN).

(Né à Ingelheim en 1489, mort à Bâle en 1552.)

Il était entré dans l'ordre des Cordeliers, mais ayant embrassé les opinions de Luther, il se maria et se retira à Bâle, où il professa la Géographie, les Mathématiques et l'hébreu, avec de grands succès.

On a de lui un grand nombre d'ouvrages, dont quelques-uns sont encore recherchés. Ses ouvrages de science sont : *Horologiographia* (1531-1533); *Organum uranicum* (1536); *Cosmographia universalis* (1544).

Son *Horologiographia* est remarquable à plus d'un titre; les

principes qu'il y développe ne sont peut-être pas de lui, mais il les applique avec intelligence. Cet ouvrage est le premier où l'art des cadrans solaires prenne la forme moderne, c'est-à-dire où le style soit disposé parallèlement à l'axe du monde; et l'auteur y résout complètement les problèmes des cadrans équatorial, horizontal, vertical méridien et vertical déclinant.

NONIUS.

(Né en 1492, mort en 1577.)

Son véritable nom est Nunez (Pedro). Il fut chargé de l'éducation du fils du roi Emmanuel, et, plus tard, nommé cosmographe du roi et professeur de Mathématiques à l'Université de Coïmbre. On a de lui : *Rerum astronomicarum problemata communia; De arte navigandi; In theorias planetarum Georgii Purbachii annotationes aliquot; De erratis Oroncii Finæi delphinatis; De crepusculis liber unus;* un *Traité des climats et des éclipses* et un *Livre sur les comètes.*

Ses œuvres ont été éditées à Bâle en 1592 sous le titre : *Petri Nonii opera.* On y trouve des idées justes, quelques bonnes études théoriques et d'ingénieuses inventions.

Les premiers ouvrages de Nonius sont destinés aux navigateurs de sa nation; on y remarque une méthode pour déterminer la distance et la différence en longitude de deux lieux indiqués sur une carte marine où les méridiens sont représentés par des droites parallèles et les parallèles par des perpendiculaires aux méridiens.

A ce sujet il définit et étudia la loxodromie, ligne qui coupe tous les méridiens sous un même angle. Halley a remarqué depuis

que la projection stéréographique de la loxodromie sur l'équateur est une spirale d'Archimède, ce qui résulte presque évidemment du théorème relatif à la conservation des angles des tangentes à la sphère dans leurs perspectives stéréographiques.

Le livre des Crépuscules, outre une solution exacte et neuve du problème relativement difficile du crépuscule minimum et du jour où il a lieu, contient l'indication d'un procédé remarquable pour la graduation des cercles destinés à la mesure des angles : Du centre du cercle supposé, Nonius proposait de décrire, avec des rayons arbitraires, 44 arcs de 90°, et de partager le plus grand en 90 parties égales, les arcs suivants en 89, 88,... jusqu'à 46 ; l'alidade dirigée vers un astre passera, dit-il, nécessairement tout près d'une division de l'un des 44 cadrans. Soient a le numéro de cette division et n le nombre des divisions du cadran qui la contient, l'angle cherché sera

$$90^\circ \times \frac{a}{n}.$$

On a vu dans cette invention la première idée du vernier ; et, en effet, il y a quelque analogie entre les principes des deux instruments.

PARACELSE (BOMBAST DE HOHENHEIM).

(Né à Einsinden, près Zurich, en 1493, mort à Salzbourg en 1541.)

Paracelse est la traduction de Hohenheim. Le père de Paracelse était fils naturel d'un Hohenheim, et il exerçait la Médecine en même temps qu'il s'adonnait à l'Alchimie.

Paracelse paraît n'avoir, pour ainsi dire, reçu ni éducation ni

instruction. Il se forma lui-même, en voyageant beaucoup, le plus souvent en mauvaise compagnie. « Il interrogeait, dit-il, les barbiers, les vieilles femmes, les bohémiens, les tondeurs de chiens et même les bourreaux. » Il fréquenta les écoles d'Allemagne, d'Italie, de France, d'Angleterre, etc., mais il ne paraît pas qu'il ait pris quelque part le titre de docteur. Il débuta par faire de la médecine fantaisiste dans les foires et sur les places publiques.

N'ayant pas toujours de pain, il s'abandonnait quelquefois à la boisson, ce qui lui procurait de temps en temps l'occasion de se servir de sa rapière, qu'il maniait assez bien, paraît-il.

Il vint en 1526 s'établir à Zurich, où il fit des cures étonnantes, mais il y demeura à peine. Il se rendit à Bâle, où il obtint des succès tels que la municipalité s'empressa de lui offrir la chaire de Médecine à l'Université, avec un bon traitement.

Il quitta Bâle à la suite d'un procès qu'il perdit contre un chanoine de la ville qu'il avait guéri et qui refusa de payer 100 florins qu'il avait promis en cas de succès. Paracelse avait déjà contre lui tous les médecins et les pharmaciens de Bâle; après la perte de son procès, il se répandit en injures contre les magistrats et n'eut que le temps de s'enfuir pour n'être pas arrêté.

A partir de cette époque (1528), il reprit ses pérégrinations à travers le monde, tantôt comblé de faveurs pour ses cures et tantôt chassé pour ses insuccès, mais toujours poursuivi par la haine des médecins diplomés, que, de son côté, il ne ménageait guère.

Il mourut à Salzbourg, dans un cabaret, à la suite d'une orgie, dit-on.

Paracelse avait commencé par la recherche de la pierre philo-

sophale, mais il renonça de bonne heure à la transmutation des métaux, pour ne plus songer qu'à faire servir la Chimie à la Médecine, par la préparation de médicaments nouveaux.

Sa méthode consistait à rechercher dans toutes les substances la partie active et à la séparer. « Il doit être considéré, dit M. Dumas, comme l'auteur de cette direction de la Chimie médicale dans laquelle on se propose d'écarter des matières médicamenteuses les substances inertes, pour ne s'attacher qu'aux substances actives, ou d'augmenter l'énergie de celles-ci, en leur communiquant la solubilité qui leur manque. »

« On ne peut nier, dit M. Cap, dans ses *Études biographiques pour servir à l'histoire des Sciences*, que Paracelse ait fait avancer la Science par ses recherches propres et par la découverte de faits dont on trouve la première mention dans ses écrits. Ainsi, il est certain qu'il fit mieux connaître les préparations antimoniales, mercurielles, salines, ferrugineuses; il émit le premier cette pensée que certains poisons peuvent, à dose modérée, être employés comme médicaments. Il préconisa l'usage des préparations de plomb dans les maladies de la peau, de celles d'étain contre les affections vermineuses, des sels de mercure dans la syphilis; il se servit du cuivre et même de l'arsenic à l'extérieur, comme rongeants; il employa l'acide sulfurique dans les maladies saturnines, mode de traitement qui est resté dans la Science. Il distingua l'alun des couperoses, en remarquant que l'un contient une terre et les autres des métaux. Il mentionna le zinc, qu'à la vérité il regardait comme une modification du mercure et du bismuth. Il admit des fluides élastiques autres que l'air que nous respirons, comme le gaz muriatique et la vapeur sulfureuse, mais il les croyait formés d'eau et de feu. L'étincelle du briquet

était pour lui un produit du feu contenu dans l'air. Il avait remarqué que, lorsqu'on fait agir de l'huile de vitriol sur un métal, il se dégage un air qui est l'un des éléments de l'eau. Il savait que l'air est indispensable à la respiration des animaux et à la combustion du bois. Il dit que la calcination tue les métaux et que le charbon les revivifie. Le feu pour brûler, dit-il, a besoin de bois, mais il a aussi besoin d'air. Donc le feu c'est la vie. Il dit aussi que la digestion est une dissolution des aliments; que la putréfaction est une transformation ; que tout ce qui est vivant meurt pour ressusciter sous une autre forme. »

Voici quelques-unes de ses apostrophes aux médecins de son temps :

« Ceux-là seulement qui se sentent blessés et fragiles crient. L'art lui-même ne se plaint pas, car il est inébranlable comme les fondements de la Terre et du Ciel. En réponse à mes ennemis, je vais montrer les quatre colonnes sur lesquelles ma Médecine est fondée. Ces colonnes, il faudra que vous vous y attachiez un jour, si vous ne voulez pas passer pour des imposteurs. Oui, vous me suivrez, toi Avicenne, toi Galien, toi Rhazès, toi Montaguana, toi Mésué; vous Paris, vous Montpellier; vous Suèves, vous de Cologne et de Vienne; vous que nourrissent le Danube et le Rhin; vous Italiens, Dalmates, Grecs, Arabes, Israélites... Je serai votre monarque, vous nettoyerez mes fourneaux. Mon école triomphera de Pline et d'Aristote. Voilà ce que produira l'art d'extraire les vertus des minéraux. L'Alchimie convertira en alcali votre Esculape et votre Galien; vous serez purgés par le feu; le soufre et l'antimoine vaudront plus que l'or. Vous m'accusez de plagiat : il y a dix ans que je n'ai lu un seul de vos livres.

« Ce qui fait un médecin, ce sont les cures et non pas les

empereurs, les papes, les facultés, les privilèges, les académies. Quoi! parce que je guéris le plus virulent de tous les maux, la syphilis, qui n'épargne ni peuples, ni potentats, vous me traînez dans la boue! Imposteurs! vous êtes des vipères.

« Pour ne pas hanter les cours des rois, est-ce que j'en vaux moins? Un serment vous rend-il plus habiles? Les boucles de mes souliers en savent plus que Galien et Avicenne.

« Vous me reprochez de perdre des malades. Est-ce que je puis ramener de la mort ceux que vous avez déjà tués, ou bien recoller les membres que vous avez déjà coupés? Quand vous avez donné huit onces de mercure à l'un, seize à l'autre, et quand ce vif argent est dans la moelle, qu'il coule dans les veines, qu'il adhère aux articulations, comment réparer le mal?

« Comment l'humeur pourrait-elle être ou la maladie elle-même ou la cause de la maladie? Les maladies sont encore moins visibles et moins palpables que l'air et le vent. Donc si les maladies ne peuvent être ni vues ni touchées, comment parviendrez-vous à les chasser? Comment un médecin peut-il chercher les maladies dans les humeurs et expliquer par là leur origine? Surtout s'il arrive que les humeurs soient produites par les maladies et non les maladies par les humeurs.

« C'est un *esprit* qu'il faut appliquer à un *esprit*.

« Parlez-moi des médecins chimistes. Ceux-là, du moins, ne sont pas paresseux comme les autres. Ils ne sont pas habillés en beau velours, en soie ou en taffetas; ils ne portent ni bagues d'or ni gants blancs. Le médecin chimiste attend jour et nuit, avec patience, le résultat de ses travaux. Il ne fréquente pas les lieux publics (!), il passe tout son temps dans un laboratoire. Il est en culotte de peau et il porte un tablier de peau. Il est noir et

enfumé comme les charbonniers et les forgerons. Ah! c'est qu'il ne craint pas de mettre ses doigts dans le charbon et dans les ordures! Il parle peu et ne vante pas ses médicaments, sachant bien que c'est seulement à l'œuvre qu'on reconnaît l'ouvrier. Pour acquérir les divers degrés, il travaille continuellement dans le feu. »

La plupart des ouvrages de Paracelse n'ont été publiés qu'après sa mort, et il en est résulté que beaucoup de charlatans ont emprunté son nom pour débiter les leurs. Voici ceux qu'on croit être de lui :

De Gradibus et Compositionibus receptorum; La Petite Chirurgie; Sur les Plaies ouvertes; Sur le Mal Français; Les Impostures des médecins; Opus paramirum; Les Bains de Pfeffers; La Grande Chirurgie; De Natura rerum; La Défense de l'auteur; Les Erreurs des médecins; L'Origine de la pierre.

SCHEUBEL

(Né vers 1480.)

Son *Algebræ compendiosa descriptio cum Euclidis VI libris prioribus*, imprimée à Paris en 1552, est le premier ouvrage qui contienne le signe $\sqrt{\quad}$. Avant Scheubel, on indiquait l'extraction d'une racine par le signe ℞ qui a été employé encore pendant quelque temps après lui, et dont Cardan se servait exclusivement.

MOROLICO (FRANCISCO), en latin MAUROLYCUS.

(Né à Messine en 1494, mort en 1575.)

Il était d'une famille grecque originaire de Constantinople. Chargé d'enseigner la Géométrie au fils de Jean de Vega, vice-roi de la Sicile pour Charles-Quint, il se lia à Palerme avec le marquis de Géracé qui l'emmena à Naples et à Rome, et obtint pour lui l'abbaye de Santa-Maria-del-Pasto et la chaire de Mathématiques à Messine.

Riccioli l'appelle *clarissimum Siciliæ lumen;* il a laissé une Cosmographie plusieurs fois réimprimée, des opuscules sur la sphère, un traité des sections coniques où il déduit les propriétés de ces courbes des propriétés correspondantes du cercle.

C'est lui qui introduisit en Italie l'usage des sécantes dans les calculs trigonométriques. Il en avait construit une table qu'il publia à la suite des *sphériques* de Théodosius. Il commença à se servir de lettres dans les explications relatives aux opérations arithmétiques et donna les premières règles du calcul algébrique. Nous ne savons jusqu'où elles s'étendaient.

Il ne se bornait pas à la Géométrie ; il chercha avec intelligence, dans la structure de l'œil, l'explication du phénomène de la vision. Il décrivit exactement la marche des rayons lumineux à travers la cornée et le cristallin. Il s'arrêta étonné lorsqu'il reconnut que sa théorie le conduisait à admettre que les images des objets, dans l'intérieur de l'œil, étaient renversées. Il connaissait vaguement les causes du presbytisme et de la myopie et expliquait comment elles sont atténuées par l'usage de verres convexes ou concaves. Ses explications restaient forcément incomplètes, parce qu'il n'avait

pas reconnu les fonctions de la rétine et n'y avait même pas vu le tableau sur lequel viennent se peindre les images.

On cite de lui cette pensée : « Le problème de découvrir ce qui est présente assez de difficultés pour qu'il soit au moins bien présomptueux de se jeter dans le monde des esprits à la recherche de ce qui doit être. »

Ses principaux ouvrages sont : *Cosmographia* (Venise, 1543); *Opuscula mathematica* (Venise, 1575); *Arithmeticorum libri duo* (Venise, 1575); *Photismi de lumine et umbra ad perspectivam radiorum incidentium facientes* (Venise 1575); *Problemata mechanica* (Messine, 1613).

On trouve dans ce dernier ouvrage la détermination du centre de gravité du segment de conoïde parabolique, qui manque dans Archimède.

Maurolycus avait écrit beaucoup d'autres ouvrages qui sont aujourd'hui perdus et un grand nombre de traductions d'auteurs grecs, entre autres Archimède.

FERNEL (JEAN).

(Né en 1497, à Clermont-en-Beauvoisis ou à Montdidier, mort en 1558.)

Surnommé le *Galien moderne*. Docteur de la Faculté de Paris en 1530 et professeur en 1534, il se trouva à la tête du corps médical en France et acquit la réputation d'un des premiers praticiens de son temps. Il guérit Diane de Poitiers d'une maladie grave et devint médecin de Henri II. Le plus important de ses

ouvrages sur la Médecine est l'*Universa medicina* (1567), qui eut plus de trente éditions.

Il a publié sur les Mathématiques deux livres : *De proportionibus*, et sur l'Astronomie deux ouvrages intitulés, l'un : *Monalosphærium*, et l'autre : *Cosmotheoria.* Le *Monalosphærium* a pour objet l'exposition d'une méthode pour représenter la sphère entière au moyen d'un seul dessin plan. On y trouve malheureusement des digressions astrologico-médicales.

La *Cosmotheoria* ne vaut pas mieux comme doctrine, mais on y trouve la relation intéressante du voyage que l'auteur fit de Paris à Amiens pour obtenir la mesure d'un degré du méridien.

Il observa le 26 août à Paris la hauteur méridienne du Soleil, et calcula ce qu'elle devrait y être les jours suivants. Cela fait, il se mit en route, vérifiant chaque jour à midi la hauteur du Soleil dans le lieu où il se trouvait, et cherchant à se rendre compte d'avance du chemin qu'il devrait faire le lendemain pour atteindre en temps voulu le point où la hauteur du Soleil aurait diminué d'un degré à midi, par rapport à ce qu'elle aurait été à Paris. Il rencontra ce point le 29 et en conclut qu'il était à 1° de Paris.

Il monta alors dans une voiture qui partait pour Paris et compta 17 024 tours de roues. La circonférence de la roue étant de 20 pieds, Fernel en conclut, pour le degré du méridien, une longueur de 56 746 toises, ce qui ne s'éloigne pas trop de la vérité, la longueur vraie étant de 57 024 toises.

FORCADEL (PIERRE).

(Né à Béziers, vers 1500, mort à Paris vers 1570.)

Professeur de Mathématiques au Collège de France. Il a traduit les six premiers livres des *Éléments* d'Euclide (1564), le *Traité des corps portés sur un fluide* d'Archimède (1565), et *la Musique* d'Euclide (1565).

RECORDE (ROBERT).

(Né à Tenby (Pembrokeshire) vers 1500, mort à Londres en 1558.)

Il enseigna d'abord à Oxford les Mathématiques et la Rhétorique; alla se faire recevoir docteur en Médecine à Cambridge, reprit son enseignement à Oxford, puis s'établit à Londres où il devint médecin d'Édouard VI et de Marie Tudor.

Il a laissé des ouvrages d'Arithmétique, d'Algèbre et d'Astronomie. Il passe pour avoir inventé le signe d'égalité. Il savait extraire des racines carrées de quantités algébriques.

TARTAGLIA (NICOLAS).

(Né à Brescia, vers 1500, mort à Venise en 1557.)

Son nom, qui signifie le Bègue, lui vint d'une blessure qu'il reçut tout enfant lors de la reprise de Brescia par Gaston de Foix (1512). Orphelin et dénué de tout moyen d'instruction, il sut vaincre tous les obstacles et devint, à force de travail, l'un des premiers mathématiciens de son siècle. Il professa successivement

à Vérone, à Vicence, à Brescia et enfin à Venise. Tartaglia se trouvait dans cette dernière ville lorsque, en 1535, Antoine del Fiore qui, paraît-il, tenait de Scipion Ferro, professeur à Bologne, la formule de résolution des équations cubiques, mais sans démonstration, lui proposa une sorte de duel scientifique, qu'il accepta. Pour se préparer à la lutte, il chercha d'abord la formule dont il savait que son adversaire était en possession et eut le talent de la trouver, de sorte qu'il avait alors l'avantage. En deux heures, il résolut toutes les questions proposées par son adversaire, qui ne put parvenir à résoudre aucune de celles que Tartaglia lui avait posées. L'année suivante, Zuano da Coi vint trouver Tartaglia, lui demanda de lui communiquer les trente questions qu'il avait posées à del Fiore, obtint de lui la solution d'un cas particulier de la première de ces questions, puis se rendit à Milan (1538), où il parla à Cardan de Tartaglia et lui dit que ce savant était en possession du procédé de résolution des équations du troisième degré, mais qu'il ne voulait point révéler sa découverte. Cardan écrivait alors son *Ars magna*. Désireux d'enrichir son ouvrage de cette découverte importante, il entra en correspondance avec Tartaglia, l'engagea à venir à Milan en lui annonçant que le marquis del Vasto, dont il vantait la libéralité, l'attendait avec impatience, et finit par le décider à venir le trouver (1539). Il renouvela alors avec plus d'instances ses obsessions, et Tartaglia consentit enfin à lui communiquer l'ingénieuse solution qu'il avait trouvée des équations cubiques, après, toutefois, lui avoir fait prêter le serment de lui garder le plus inviolable secret. Mais Cardan ne tint aucun compte de sa promesse. Grâce à son élève Luigi Ferrari, il parvint à donner de l'extension aux règles de Tartaglia, ainsi qu'à résoudre les équations du quatrième degré, et publia ses connais-

sances nouvelles dans son *Ars magna* (1545). Tartaglia, ayant lu cet ouvrage, se plaignit du procédé de Cardan et cria au parjure. « Une réponse orgueilleuse faite à ses réclamations, dit Angélis, le mit dans une telle fureur qu'il pensa en perdre l'esprit. Ne songeant plus qu'à humilier son rival, il eut recours à une sorte de duel littéraire alors en usage. Les deux champions, après s'être quelque temps provoqués par des problèmes, s'envoyèrent des cartels, dans un desquels Tartaglia, qui se montrait le plus emporté, menaçait Cardan et son disciple Ferrari de leur laver la tête ensemble et d'un seul coup, ce que ne saurait faire aucun barbier d'Italie. » Le rendez-vous pour la lutte fut fixé au 10 août 1548 dans l'église de Santa-Maria-del-Giardino, à Milan. Mais Cardan n'y vint pas, et Tartaglia dut se borner à entrer en lice avec Ferrari. Tartaglia entama la discussion en relevant une erreur de Cardan dans la solution d'un problème qu'il lui avait adressé. Le public, qui se composait en grande majorité de partisans de ses adversaires, manifesta aussitôt son hostilité par de violents murmures et Tartaglia, ne se trouvant point en sûreté, s'évada secrètement de Milan, sans vouloir continuer plus longtemps la lutte.

On doit à Tartaglia la première application des Mathématiques à l'Artillerie et à l'Art militaire. Il devina la condition de la portée maximum des pièces d'artillerie, mais on pense bien qu'il n'en avait aucune théorie exacte. Son raisonnement se réduit à ceci, que, la portée se trouvant nulle sous les inclinaisons 0° et 90°, elle doit être la plus grande possible sous l'angle de 45°.

Il connaissait et donne la formule de l'aire d'un triangle en fonction de ses trois côtés; mais probablement il ne l'avait pas découverte lui-même, puisqu'elle se trouve dans la *Pratique de la*

Géométrie, de Léonard de Pise, et dans le *Traité de Géométrie* de Paccioli.

On cite, parmi ses ouvrages : *Nuova scienza, cioè invenzione nuovamente tronata utile per ciascuno speculativo matematico bombardiero ed altri* (Venise, 1537), traduit en français par Reiffel (Paris, 1845-1846) ; *Quesiti ed invenzioni diverse* (Venise, 1550), ouvrage contenant des recherches sur l'Artillerie, la poudre, la défense des places ; *La Travagliata invenzione* (Venise, 1551), écrit dans lequel il propose un nouveau procédé pour tirer un navire du fond de la mer ; *Ragionamenti sopra la Travagliata invenzione* (Venise, 1551) ; *Generale trattato de numeri e misure* (Venise, 1556-1560) ; *Trattato di Aritmetica* (Venise, 1556), traduit en français (Paris, 1578), etc. On lui doit aussi une traduction italienne d'*Euclide* (1543) et une édition des *Œuvres d'Archimède* (1543). Ses quatre principaux traités ont été réunis et publiés sous le titre d'*Opere* (Venise, 1506).

On ne connaît pas la méthode par laquelle Tartaglia était parvenu à résoudre l'équation du troisième degré ; mais il dit dans son *Generale trattato di numeri e misure* qu'il avait eu pour cela recours à une construction géométrique qui lui donnait la composition du cube formé sur la somme de deux lignes. Nous verrons que Cardan se servit aussi du même moyen. Ainsi les algébristes ne connaissaient pas alors la démonstration abstraite de la formule du cube de la somme de deux nombres.

Le testament de Tartaglia vient d'être retrouvé dans les archives des notaires de Venise et a été publié en 1881 par M. le prince Boncompagni. Il résulte de cette pièce que le véritable nom de Tartaglia était Fontana ; qu'il avait un frère aîné et une sœur

cadette; enfin on voit, par une note ajoutée en marge de son testament, que Tartaglia mourut du 13 au 14 décembre 1557.

CARDAN (JÉROME).

(Né à Pavie en 1501, mort à Rome en 1576.)

Son père, Facio Cardan, jurisconsulte, mais à qui les Sciences mathématiques n'étaient pas étrangères, l'avait eu d'une maîtresse, Claire Mecheria, et fut son premier maître. Sa mère était une assez mauvaise drôlesse; elle avait fait le possible pour se faire avorter et continua à son fils les mêmes témoignages d'affection.

Cardan suivit d'abord les cours de l'Université de Pavie; puis, alla prendre à Padoue les grades de maître ès Arts et de docteur en Médecine (1524). Il s'établit peu après comme médecin dans la petite ville de Sacco, où il demeura sept ans, au bout desquels il épousa une jeune fille de cette ville, dont il paraît avoir dissipé au jeu la petite dot.

Il vint ensuite à Milan, où son père était mort, et y obtint une chaire de Mathématiques (1534). Il joignait aux émoluments attachés à cette chaire les petits bénéfices qu'il pouvait faire soit comme médecin, renié par ses confrères, soit en composant des almanachs.

C'est à Milan qu'il publia, de 1539 à 1550, ses principaux ouvrages.

Il accepta en 1552 de se rendre en Écosse pour y donner ses soins à l'archevêque, primat du royaume, malade depuis dix ans et parvint à le guérir.

Il revint à Milan, puis obtint une chaire de Mathématiques à Pavie d'abord, ensuite à Bologne, où il professa jusqu'en 1570.

Vers cette époque, il subit un emprisonnement de quelques mois : pas trop honnête, un peu astrologue, un peu charlatan, un peu athée et un peu cafard, il s'était avisé de tirer l'horoscope de Jésus-Christ et de le publier. C'était assez pour se faire mettre sous les verrous. Mais il existe une autre version de son emprisonnement : on a dit qu'il avait simplement été incarcéré à la requête d'un créancier.

Quoi qu'il en soit, il quitta Bologne pour se rendre à Rome, où le pape l'agrégea au collège des médecins et le gratifia d'une pension.

Cardan poussait l'admiration de lui-même jusqu'à l'oubli de ses devoirs les plus élémentaires. Sa personne l'occupait exclusivement. Le jour de sa naissance lui paraissait une date capitale dans l'histoire du monde. Cependant il s'accuse, dans l'histoire de sa vie privée (*De vita propria*), de tous les vices et de tous les défauts. Il est permis d'ajouter foi à ses aveux quand on voit un de ses fils subir la peine de mort pour avoir empoisonné sa femme et un autre jeté en prison pour des erreurs de conduite tellement graves, que son père n'a pas osé les divulguer.

Cardan était profondément versé dans la littérature grecque, et il l'a prouvé dans de longues et peu judicieuses dissertations sur Aristote, Platon, Socrate, Xénophon et Aristippe; mais il ne restera de lui que la formule de résolution de l'équation du troisième degré.

Il est juste, en effet, de convenir que, s'il n'en trouva que la démonstration, la formule elle-même lui ayant été confiée dans un langage d'ailleurs fort obscur, il sut du moins la discuter dans

tous les cas; non pas qu'il ait donné une forme littérale à son équation et par suite à la valeur de l'inconnue, mais en étudiant séparément, dans une centaine de chapitres (c'est le nom qu'il donne aux divisions de son *Ars magna*), tous les cas numériques qui pouvaient se présenter, ou, du moins, des exemples de tous ces cas.

Les œuvres mathématiques de Cardan se composent : 1° d'un livre en 68 chapitres, comprenant : l'*Arithmétique* proprement dite ou le calcul des nombres entiers, fractionnaires et *sourds* (irrationnels); les *Questions arithmétiques* et les *Questions géométriques;* 2° de l'*Ars magna, sive de regulis Algebræ ;* 3° de l'*Ars magna Arithmeticæ;* 4° d'un livre *de Regula Aliza:* 5° d'un *Sermo de plus et minus:* 6° d'un discours intitulé *Encomium Geometriæ*, prononcé en 1535 devant l'Académie de Milan; 7° d'un opuscule intitulé : *Exæreton mathematicorum ;* 8° d'un ouvrage en 233 propositions, intitulé : *De proportionibus numerorum, motuum, ponderum, sonorum, aliarumque rerum mensurandarum:* 9° d'un mélange où il est question de la règle de trois, de la règle d'intérêts, de la division d'une droite en parties égales, de problèmes géodésiques, de la boussole, de la planchette, de l'artillerie, du soleil, des étoiles, etc.; 10° enfin d'un traité sur les principes et les règles de la Musique.

Nous n'avons rien de particulier à dire de l'*Arithmétique* proprement dite. Nous remarquons seulement que, suivant l'usage du temps, la théorie des mesures des surfaces et volumes y est jointe, conformément à l'exemple donné par les Hindous.

Les *Questions arithmétiques* sont de petits problèmes du premier degré, résolus sans l'intervention de l'Algèbre, comme le problème de la couronne d'Hiéron; et d'autres plus difficiles dans le genre de ceux de Diophante.

Quant aux *Questions géométriques*, ce sont des problèmes où il s'agit, connaissant les valeurs numériques des éléments qui déterminent certaines figures, de trouver les valeurs numériques des autres éléments. Le plus difficile est celui dont nous avons donné la solution dans l'article consacré à Lucas de Burgo. Toutefois, la fin de cette solution est de Cardan. Lucas paraît terminer plus rapidement, mais il m'a été impossible de déchiffrer le texte de son livre, l'impression, qui est déjà bien mauvaise, étant encore gâtée par l'usure du papier.

Ars magna est devenu le titre du principal ouvrage de Cardan; mais, dans sa pensée, *Ars magna* désigne la Science dont il va s'occuper et non pas son livre; c'est l'*Art majeur* de Lucas de Burgo ou l'*Aljebr w Almuchabala* de Mohammed ben Musa.

Il suffira pour faire connaître l'*Ars magna* de traduire quelques chapitres relatifs à la résolution des équations du second et du troisième degré.

Résolution de l'équation du second degré.

La théorie de Cardan pour les équations du second degré n'est autre que celle de Mohammed ben Musa, mais un peu différemment présentée et fondée sur des constructions nouvelles, ce qui nous engage à en donner au moins un aperçu. Au fond, c'est toujours la même mauvaise Géométrie, aussi mal appliquée à l'Algèbre.

« Chapitre V, où l'on montre l'estimation des capitules composés des moindres, qui sont les carrés, le nombre et les choses. »

Un capitule est une équation, l'estimation est la valeur de l'inconnue de l'équation; l'inconnue s'appelle ou *la chose* ou *la*

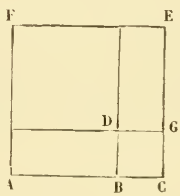
position; le carré de l'inconnue s'appelle *census;* le nombre est le terme connu; un capitule composé des carrés, des choses et du nombre est une équation du second degré. L'équation du troisième degré contient les cubes, les carrés, les choses et le nombre.

Premier cas. — L'équation est de la forme

$$x^2 + px = q.$$

« Soit que le carré de la chose et 6 choses doivent faire 91, et soit FD le carré de la chose, alors je ferai DB et DG égaux à 3, moitié du nombre des choses, et je compléterai le carré DBCG;

Fig. 13.



ensuite j'achèverai le carré ACEF. Comme AB représente l'estimation de la chose et que DB et DG sont égaux à 3, moitié de 6, il en résulte que la somme des rectangles AD et DE vaut 6 choses. Alors le carré de la chose plus 6 choses valent FD plus AD plus DE; mais cela doit faire 91 et DC vaut 9, donc FC vaut 100, par conséquent AC, côté de FC, est 10, et comme BC est 3, AB est 7.

Estimatio rei est 7. »

Deuxième cas. — L'équation est de la forme

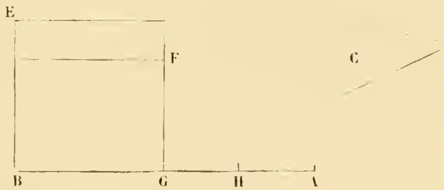
$$x^2 + q = px.$$

« Soient AB la représentation du nombre des choses et C une surface qui représente le nombre, le capitule est

Census plus C égale AB choses.

« Soit GE le carré de BG, moitié de AB, j'en retranche EF, que

Fig. 14.



je suppose égale à C, il reste BF, dont je fais un carré et le côté de ce carré est GH : je dis que chacune des estimations de la chose est BH ou HA.

« En effet, d'abord pour BH : le rectangle de BH et de AH fait le carré de BG moins le carré de HG, ou EF, ou C. D'un autre côté, le rectangle de BH et de BA fait le carré de BH, plus le rectangle de BH et de AH. Par conséquent le rectangle de BH et de BA égale le carré de BH, plus le nombre C, ou bien

AB fois BH = carré de BH plus C;

BH est donc bien la chose. »

Cette chose BH est BG, ou la moitié du nombre des choses, plus GH, ou plus le côté du carré équivalent à EF, dont la valeur est le carré de la moitié du nombre des choses moins BF ou moins C.

La démonstration est la même pour AH, dont la valeur est la

moitié du nombre des choses moins la racine carrée du carré de cette moitié diminué de C.

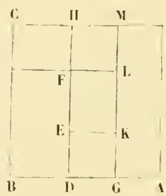
Il est à remarquer que, dans ce second cas, les données ne sont pas numériques.

Troisième cas. — L'équation est de la forme

$$x^2 = px + q.$$

« Supposons que le carré de la chose doive être égal à 6 choses et au nombre 16. Soit AB (*fig.* 15) la chose, dont le carré est AC et faisons AD égal à 6.

Fig. 15.



Le rectangle AH vaut 6 choses, par conséquent le rectangle DC vaut 16. Soit G le milieu de DA, DG vaut 3; faisons le carré de BG qui est BL et le carré de DG qui est DK :

FE égale BD, égale CH

et

FL égale AG, égale FH;

donc le rectangle FC est égal au rectangle FK. Par conséquent la somme des rectangles BF et FK fait 16; ajoutons-y les 6 choses, c'est-à-dire le rectangle AH ou AM plus GE plus LH plus KF ou CF, nous aurons le carré de AB ou le carré de la chose :

donc

16 plus 6 AB égale le carré de AB.

Donc AB est bien la chose, et elle est égale à AG ou la moitié du nombre des choses plus BG côté de BL, qui est égal à DK, ou au carré de 3 plus BF plus EL, ou plus 16. »

En terminant son second cas, Cardan ne peut pas s'empêcher de s'écrier : « *Et n'admirerez-vous pas cette démonstration autrement bien expliquée que par Mahometus!* »

Ce que j'admire, quant à moi, c'est l'aveuglement de tous ces arithméticiens qui, connaissant Euclide, n'ont pas su y lire les formules de résolution de l'équation du second degré, applicables à tous les cas, et qui, au lieu de copier tout bonnement un modèle si simple et si parfait, sont allés chercher si loin des combinaisons si bizarres.

Pour couronner son œuvre, Cardan, conformément aux plus mauvaises habitudes pédagogiques du moyen âge, fait précéder les règles relatives aux trois cas d'un amphigouri mnémonique :

« D'après tout cela, nous formerons trois règles, et pour en faciliter le souvenir, nous joindrons ces mots qui font un vers :

QUERNA, *dabis.* NUQUER, *admi.* REQUAN *minue dami.*

« Par ainsi, quand on aura à résoudre une équation du second degré, il ne s'agira que de voir si elle répond à QUERNA, à NUQUER ou à REQUAN, et à appliquer la règle 1, la règle 2 ou la règle 3. »

C'est parfait! pourvu que l'élève ne *requane* pas quand il s'agirait de *querner* ou de *nuquer*.

Résolution de l'Équation du troisième degré.

Chapitre XI. — Du cube et des choses égalées au nombre. C'est-à-dire du cas où l'équation est de la forme

$$x^3 + px = q.$$

Cardan fait précéder sa solution de cette note :

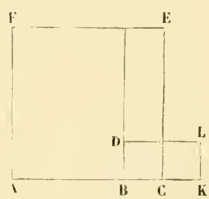
« Scipion Ferreo, de Bologne, a trouvé ce capitule il y a environ trente ans et le communiqua à Antoine-Marie Florido, qui, ayant un défi avec Nicolas Tartaglia de Brescia, lui donna l'occasion de le trouver lui-même. Celui-ci nous l'ayant, à notre prière, communiqué sans démonstration, nous avons cherché cette démonstration et l'avons rédigée en divers cas, à cause de sa difficulté, comme il suit. »

« Soit que le cube et six fois le côté égalent 20.

C'est-à-dire que l'équation à résoudre est $x^3 + 6x = 20$.

« Je suppose deux cubes AE et CL, dont la différence soit 20, et

Fig. 16.



tels que le produit de leurs côtés AC et CK soit 2 (qui est le tiers de 6, nombre des choses), je dis que la différence de ces côtés AC et CK est la chose, ou que, si CB égale CK, AB est l'estimation de la chose. »

La question étant posée dans ces termes, il ne s'agissait que d'une vérification, et si Cardan savait un peu de calcul algébrique, il se bornerait à dire : le cube de AB ou de AC — BC, plus six fois AB égale bien effectivement 20; car le cube de AC — BC est

AC cube moins BC cube ou 20,

moins

3 fois le rectangle AC.BC multiplié par (AC — BC),

ou moins

6 fois (AC — BC),

puisque

AC.BC = 2;

et si l'on rajoute

6 fois la chose,

c'est-à-dire

6 fois (AC — BC),

il reste bien 20; donc la règle est juste.

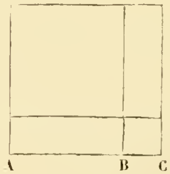
Mais pour avoir le cube de AC — BC, il se sert d'une proposition précédente qu'il avait introduite, avec d'autres analogues, dans le Chapitre VI intitulé : *De modis inveniendi capitula nova.* où il dit : *Cum autem intellexissem capitulum, quod Nicolaus Tartalea mihi tradiderat, ab eo fuisse demonstratione inventum Geometrica, cogitavi eam viam esse regiam, ad omnia capitula venanda. Itaque ad eam tria supposita maxime utilia præmittere institui, quorum dilucida declaratione, reliqua, quæ et ipsa demonstrabuntur, facile erit intelligere.*

C'est-à-dire, autant qu'on peut traduire cet affreux latin : Comme j'avais deviné que Tartaglia avait trouvé géométriquement la démonstration du cas qu'il m'avait dévoilé, j'ai pensé que c'était la voie royale pour traiter (mener au marché) tous les cas. C'est pourquoi j'ai institué trois lemmes particulièrement utiles pour y conduire (à la voie royale), lesquels étant établis, il sera facile de comprendre tout le reste, qui d'ailleurs sera démontré.

Ces *tria supposita* se tirent de la décomposition du cube de la somme de deux lignes, en cubes et parallélépipèdes rectangles ayant ces deux lignes pour arêtes. Cette décomposition ne se trouve pas dans *Euclide*, mais Cardan pensait avec raison qu'elle pourrait être utilisée pour la résolution des équations du troisième degré, comme l'avait été, pour la résolution des équations du second degré, la décomposition, donnée par Euclide, du carré construit sur la somme de deux lignes.

Soit AC (*fig.* 17) une ligne composée des parties AB et BC.

Fig. 17.



Si l'on fait d'abord la figure d'Euclide, qu'on élève en tous ses sommets des perpendiculaires au plan de la figure et qu'on coupe ces perpendiculaires par des plans menés à des hauteurs égales à AB et à AC, on trouvera, au-dessous du plan mené à la

distance AB, d'abord le cube de AB, puis deux fois le parallélépipède rectangle ayant pour base le carré de AB et pour hauteur BC, puis encore une fois le parallélépipède rectangle ayant pour base le carré de BC et pour hauteur AB; et, entre les deux plans, une fois le parallélépipède rectangle ayant pour base le carré de AB et pour hauteur BC, plus deux fois le parallélépipède rectangle ayant pour base le carré de BC et pour hauteur AB, enfin le cube de BC. Mais son explication est tellement embrouillée que je pourrais m'écrier à son exemple : « Et n'admirerez-vous pas cette démonstration autrement claire que celle de Hieronymus. »

C'est à l'aide de ces *tria supposita* qu'il résout les différents cas de l'équation du troisième degré. Il y en a treize principaux et quarante-quatre dérivés. Les trois premiers sont ceux où ne se trouvent que le cube, la chose et le nombre. Dans les dix suivants sont mêlés le cube, le carré, la chose, qui prend alors le nom de *positio*, et le nombre; Cardan les rapporte sans doute mentalement aux trois premiers pour les traiter, mais on n'aperçoit pas le travail intermédiaire; je veux dire que chaque cas a une solution directe. Les quarante-quatre derniers cas (il aurait pu en admettre un millier) se rapportent à des équations de degrés supérieurs, mais réductibles au troisième, comme par exemple :

Le cube du carré plus le carré du carré égalent cent.

Nous passons à l'*Ars magna Arithmeticæ*.

Cardan le dédie à un évêque, pour qui il a la plus grande estime, « afin que son livre, qui ne périra pas, aille porter dans les siècles

futurs un témoignage toujours nouveau des hautes vertus dudit évêque. » Si vous voulez savoir le nom de cet évêque, il s'appelait Philippus Archintus.

Jusque-là Cardan a toujours préparé ses énoncés de façon que, toutes les racines pouvant s'extraire, il n'ait jamais à faire d'opérations arithmétiques que sur des nombres réduits. Mais il comprend que le lecteur, qui aurait à traiter des exemples quelconques, pourrait bien ne pas trouver son compte à ses explications.

C'est pourquoi il suppose que la racine carrée qui entre dans la composition de sa formule ne puisse plus s'extraire exactement, ce qui donne naissance à des nombres en partie sourds, de l'une des formes

3 plus ℞ 2,
7 moins ℞ 5,
℞ 6 plus 1,
℞ 7 moins 2,
. . . .

car il distingue encore les cas où la racine est plus grande ou plus petite que le nombre exact.

La réduction des deux parties ne pouvant plus se faire, on a affaire à des binômes, et il faut préparer les règles du calcul de ces quantités. Non seulement Cardan s'y attache, mais il va même jusqu'à considérer des multinômes, dont il forme les carrés, les cubes, etc., ce qui prouve qu'il a déjà fait quelques progrès.

Une singularité! Il distingue avec soin $b + \sqrt{a}$ de $b - \sqrt{a}$: $10 + \sqrt{2}$ est un *binomium* et $10 - \sqrt{2}$ en est le *recisum*. Cette distinction, dit M. Rodet, existait déjà chez les Arabes.

Ensuite vient (Chap. XX) une *enumeratio capitulorum quærendorum;* il y en a deux grandes pages : *Novem capitula triplicia necessaria; duodecim capitula triplicia necessaria derivativa; sex triplicia non necessaria; sex triplicia non necessaria derivativa; septem quadruplicia necessaria; septem quadruplicia necessaria derivativa; viginti unus quadruplicia prætermissa; viginti unus capitula quadruplicia prætermissa derivativa* qu'il ne détaille pas, *quia ex præcedentibus facile cognoscuntur; quinque capitula quintuplicia prætermissa;* enfin *novem capitula universalia assimilata.*

Le Chapitre XXI, qui suit, a plus de valeur : Cardan s'y occupe, sous le titre *De permutatione capitulorum invicem*, de ramener les cas les uns aux autres. Exemple : si le cube est égalé à des carrés et à un nombre, tu le réduiras de la manière suivante au capitule du cube et des choses égales à un nombre : quarre le nombre des carrés, divise le nombre que tu as par ce carré, et conserve le quotient; divise de même le nombre que tu as par le nombre des carrés, le quotient est le nombre des choses; multiplie ce nombre des choses par le quotient que tu as gardé, le produit est le nombre auquel les choses trouvées, ajoutées au cube, sont égales.

C'est-à-dire qu'au lieu de passer de l'équation

$$x^3 = px^2 + q$$

à l'équation aux inverses

$$qy^3 + py = 1$$

ou

$$y^3 + \frac{p}{q}y = \frac{1}{q},$$

Cardan forme l'équation

$$z^3 + \frac{q}{p} z = \frac{q^2}{p^3},$$

qui revient à

$$\left(\frac{p}{q} z\right)^3 + \frac{p}{q}\left(\frac{p}{q} z\right) = \frac{1}{q},$$

et dont les racines sont celles de l'équation aux inverses de la proposée, multipliées par $\frac{q}{p}$; mais il ne donne pas cette explication.

Je n'ai pas examiné les autres cas, mais je suppose qu'ils sont également traités sans méthode.

Le livre se termine par la résolution de quarante questions dépendant de l'équation du troisième degré. En voici une :

Question XXIV. — Trouver deux nombres dont la somme et le produit soient égaux et tels que la somme de leurs cubes égale un nombre $25\frac{1}{27}$, choisi, dit-il, *ob commoditatem.*

Les équations du problème sont

$$x + y = xy$$

et

$$x^3 + y^3 = 25\tfrac{1}{27};$$

Cardan en déduit assez bien

$$(x + y)^3 - 3(x + y)^2 = 25\tfrac{1}{27},$$

capitule dont la chose $x + y$ a une estimation qu'on peut trouver.

Le livre *De Regula Aliza* forme une suite naturelle aux deux précédents. Dans le premier, Cardan, pressé de prendre posses-

sion de son sujet, s'était arrangé de manière que les équations cubiques à résoudre eussent leur racine commensurable; dans le second, prévoyant le cas où les racines cubiques à extraire porteraient sur des irrationnelles du second degré, il prépare le calcul algébrique des expressions composées; dans le livre *De Regula Aliza*, il revient sur les règles établies dans le second, surtout au point de vue de la règle des signes, moins par plus et moins par moins.

La question n'avait pas lieu d'être posée par Diophante, et je crois qu'il ne l'a pas posée en effet, mais elle était encore prématurée du temps de Cardan; car n'acceptant pas les solutions négatives des équations et s'arrêtant même devant les soustractions impossibles qui les fourniraient, il n'a pas lieu de se poser la question de savoir comment ces solutions négatives satisferaient aux équations qui les auraient fournies; il n'a pas lieu de considérer des quantités négatives isolées.

Mais les mauvaises habitudes pédagogiques nées, soit de la paresse d'esprit des maîtres, paresse qui les portait à imposer à leurs élèves des règles à apprendre plutôt que des explications à écouter; soit de la croyance fausse à une plus grande facilité de s'assimiler les parties d'idées que les idées entières, portaient alors tout le monde savant, à pousser partout l'abstraction aussi loin que possible et, pour ainsi dire, au delà du point même où l'objet, séparé de l'ensemble dont il faisait naturellement partie, devait finir par n'être plus intelligible, perceptible, ni définissable.

Cette manie devait naturellement conduire Cardan à considérer dans

$$5 - \sqrt{3},$$

par exemple, 5 et $-\sqrt{3}$ séparément. C'est ce qu'il fit, à l'exemple,

du reste, de ses prédécesseurs immédiats, mais peu heureusement, car il serait bien difficile de dire s'il pensait que — par — fait plus, fait moins, ou fait les deux.

Non pas qu'il commette des erreurs lorsqu'il a à faire une multiplication de binômes, car, en pareil cas, s'il avait des doutes, il recourrait hardiment à un exemple : je veux dire que s'il était embarrassé pour multiplier

$$5 - \sqrt{3} \quad \text{par} \quad 7 - \sqrt{2},$$

il examinerait la composition du produit de

$$5 - 2 \quad \text{par} \quad 7 - 3,$$

par exemple, et, au besoin, comparerait les résultats de ses essais au produit de

$$3 \text{ par } 4.$$

C'est dans le raisonnement, qui, du reste, manque de base, qu'il laisse voir ses tergiversations.

Il dit très clairement, dans le Chapitre VI, intitulé *De operationibus plus et minus, secundum communem usum :*

Plus ductum in plus (*ducere in* veut dire multiplier par), *et divisum per plus; et minus ductum in minus, et divisum per minus producunt semper plus, et ita* (de même) *plus in minus, vel minus in plus, vel plus divisum per minus, vel minus per plus, producit minus.*

Mais il paraît que le *commun usage* n'est pas le sien, car dans le Chapitre XXII, intitulé *De contemplatione plus et minus et quod minus in minus facit minus et de causis horum juxta veritatem*, il professe une opinion différente.

Il commence par répéter que la question est née de ce que l'on est obligé de considérer des expressions non réductibles, soit qu'elles contiennent des nombres dissemblables, rationnels et irrationnels, ou des nombres mêlés avec l'inconnue. Voici maintenant comment il traite la question : il suppose qu'on veuille faire le carré de 10 moins 2, il prend $AB = 10$, $BC = 2$, puis il fait le

Fig. 18.

carré AE qui vaut 100 et le carré DF qui vaut 64; la différence est le *gnomon* GCE, qui doit valoir 36. Or, le rectangle GC vaut 16, ainsi que le rectangle DE, et ils sont certainement *minus*, puisque *plus* par *minus* fait *minus*, mais ils valent *minus* 32, et si le carré DB était *plus*, cela ne ferait que *minus* 28. Donc DB est *minus* 4. Donc *minus* par *minus* fait *minus*, et il invoque le témoignage d'Euclide! Mais Euclide n'a jamais décomposé le carré construit sur la différence de deux lignes qu'en parties ayant pour côtés ces deux lignes.

On lit un peu plus loin :

Igitur minus in minus, seu alienum in alienum (ce qui n'existe pas sur ce qui n'existe pas), *et minus in plus, seu plus in minus, quod est in alienum, seu alienum in id quod est, producunt minus solum, seu alienum.*

C'est-à-dire : donc moins multiplié par moins, ou ce qui

n'existe pas par ce qui n'existe pas, et moins multiplié par plus ou plus multiplié par moins, ne produisent jamais que moins, ou quelque chose qui n'existe pas.

Et idèo patet communis error dicentium quod minus in minus producit plus. Neque enim magis minus in minus producit plus quam plus in plus producat minus.

C'est-à-dire : et ainsi est mise en évidence l'erreur commune de ceux qui disent que moins par moins fait plus. Car moins par moins ne fait pas davantage plus, que plus par plus ne fait moins.

Ex hoc etiam patet quod diviso minus per plus exit minus, et diviso minus per minus exit minus et plus.

C'est-à-dire : il ressort aussi de là que moins étant divisé par plus il en sort moins et que moins étant divisé par moins il en provient moins et plus, parce que moins provenant indifféremment de moins par moins et de plus par moins, si on divise moins par moins on doit trouver moins ou plus.

Diviso autem plus per minus, nihil exit. C'est-à-dire : mais plus étant divisé par moins il n'en sort rien. Car, ou bien on trouverait plus, ou bien on trouverait moins, mais le quotient multiplié par le diviseur serait toujours moins, tandis que le dividende est plus.

Cependant, il éprouve un remords qui lui fait ajouter :

Et quia nos ubique diximus contrarium, idèo docebo causam hujus, quare in operatione minus in minus videatur producere plus, et quomodo debeat intelligi.

C'est-à-dire : et comme nous avons dit le contraire en divers endroits, j'enseignerai ici la raison pour laquelle, dans une opération, moins par moins paraît faire plus, et comment cela doit être entendu.

Il montre alors que l'on peut trouver plus comme moins, suivant la manière dont on a décomposé le résultat de l'opération. Il reprend alors le carré de $10 - 2$, mais il l'exprime en fonction de 10 et de 2 au lieu d'y mêler 8 ; et il trouve $100 - 2.10.2 + 4$, de sorte que -2×-2 fait $+4$.

Il entremêle du reste tout cela de raisonnements sur la nature des quantités positives et négatives que ne désavouerait pas Aristote; on l'excusera en songeant qu'un ouvrage classique, composé en France, il y a moins de quarante-cinq ans, pour les candidats à l'École Polytechnique, était encore illustré de considérations de la même force.

Sermo de plus et minus.

Dans ce discours Cardan reproduit d'abord son argumentation sur le signe du produit de deux quantités négatives et discute ensuite la solution que Bombelli avait donnée, dans l'intervalle de ses propres publications, du cas où l'équation du troisième degré a trois racines réelles. Il fait un grand nombre d'objections à la théorie de Bombelli, qu'il expose cependant assez clairement.

Nous utiliserons ce *Sermo de plus et minus* dans notre étude sur Bombelli, dont nous n'avons pas l'Algèbre.

Nous nous bornerons ici à rapporter le préambule de ce discours, parce qu'on y saisit encore plus clairement l'opinion bien formelle de Cardan que moins par moins fait moins.

Voici ce préambule :

« *Alias scripsimus quantum ex demonstratione necessarium visum fuit quod totum concludit quod minus in plus et in minus producit minus. Ergo diviso minus per minus, producitur modo*

plus de modo minus. Vel si sunt duo minus divisa, poterunt prodeuntia esse plus et minus. Omnia vero quæ dividuntur per plus sunt similia diviso, ideo diviso plus per plus, producitur plus et diviso minus per plus exit minus, quod patet ex multiplicationibus.

C'est-à-dire :

« Nous avons écrit ailleurs que moins multiplié par plus, et moins multiplié par moins, produisent moins. Il en résulte que moins divisé par moins produit tantôt plus et tantôt moins. Ou bien si deux quantités négatives sont divisées l'une par l'autre, ce qui proviendra pourra être plus ou moins; mais toutes les choses qui sont divisées par plus donnent des semblables à ce qui est divisé : c'est-à-dire plus étant divisé par plus produit plus; et moins étant divisé par plus, il en sort moins. Ce qui est évident par la multiplication. »

Cependant cet apophtegme est immédiatement suivi d'un galimatias relatif au cas où un diviseur sera composé d'une quantité négative jointe à une quantité positive, galimatias auquel je n'ai rien compris, mais qui semble tendre à un amoindrissement de l'assertion précédente.

Il est très fâcheux que depuis près de cent ans qu'on n'apprend plus en France que le latin de la bonne époque, le gouvernement n'ait pas fait traduire en français les plus importants des ouvrages de Sciences écrits dans le jargon du moyen âge et de la renaissance, car ces ouvrages vont être totalement perdus pour nous, tandis que les étrangers les lisent encore couramment.

Nous n'avons rien trouvé à extraire des derniers ouvrages de Cardan, mentionnés plus haut, qui sont en grande partie remplis de mauvaise Physique et de mauvaise Mécanique.

Si Cardan était un homme supérieur, il serait intéressant de connaître les fautes dans lesquelles il est tombé; mais ce n'est pas le cas.

RONDELET (GUILLAUME).

(Né à Montpellier en 1507, mort en 1556.)

Son père était épicier à Montpellier. Son frère aîné, qui avait succédé à leur père après sa mort, l'envoya faire ses humanités à Paris où il resta quatre ans ; à son retour, il se fit inscrire comme étudiant à l'Université de Médecine de Montpellier. Il y fut le condisciple et l'ami de Rabelais. Il fut reçu docteur en 1537, nommé professeur en 1545 et chancelier de l'Université en 1556.

Le principal de ses ouvrages est : *De Piscibus marinis libri XVIII, in quibus veræ piscium effigies expressæ sunt*, qui parut à Lyon en 1555. On n'y trouve encore aucun ordre, aucune classification; la loutre et le castor, les coquillages et les insectes aquatiques y sont décrits au milieu des poissons.

Cuvier en donne l'analyse suivante : « La première partie de l'ouvrage traite des animaux marins. Les quatre premiers livres ont pour objet les généralités; les suivants, jusqu'au quinzième, traitent des poissons de mer, distribués d'après leurs rapports extérieurs; le seizième, des cétacés, parmi lesquels Rondelet range les tortues et les phoques; le dix-septième, des mollusques, et le dix-huitième, des crustacés. Une seconde partie traite des coquilles et des insectes zoophytes. Enfin, quatre livres se rapportent aux poissons des lacs, des étangs, des rivières, et des marais. On trouve dans ce volume les figures de 197 poissons de mer,

147 d'eau douce et d'un nombre assez considérable de coquillages, de mollusques, de vers, de reptiles et de cétacés. L'artiste que Rondelet employait doit avoir été d'une habileté singulière et d'une fidélité très rare pour le temps... Quelques figures de cétacés, seulement, sont faites d'imagination... Un assez grand nombre de poissons de la Méditerranée n'ont pu être décrits que d'après lui par les naturalistes qui lui ont succédé et n'ont été revus que dans ces derniers temps. Toutes les fois qu'on les a retrouvés, on s'est convaincu de l'exactitude de l'ouvrage de Rondelet... Lacépède, lui-même, a été, pour plusieurs espèces, obligé de s'en rapporter à Rondelet. Le texte n'a pas le même mérite que les figures, à beaucoup près. »

GEMMA (RENERIUS).

(Né en 1508, mort en 1558.)

Professeur de Médecine à l'Université de Louvain, il publia à Paris en 1547 un petit *Traité d'Astronomie et de Cosmographie, avec l'usage du globe et celui de l'anneau astronomique*, où on lit, sous le titre *Nouvelles inventions pour les longitudes*, « On commence à se servir de petites horloges, appelées montres, que leur légèreté permet de transporter; elles offrent un moyen simple de trouver la longitude. Avant de vous mettre en route, mettez soigneusement votre montre à l'heure du pays que vous allez quitter; quand vous aurez marché vingt lieues, par exemple, prenez l'heure du lieu, comparez cette heure à celle de votre montre et vous aurez la différence de longitude. »

On doit encore à Gemma les ouvrages suivants : *Methodus arithmeticæ practicæ* (Anvers 1540); *De radio Astronomico et Geometrico* (Anvers 1545); *De Astrolabio catholico et usu ejusdem* (Anvers 1556), etc.

La réputation qu'il avait acquise comme astronome lui valut d'être plusieurs fois consulté par Charles-Quint.

COMMANDIN.

(Né à Urbin en 1509, mort en 1575.)

Rendit de grands services aux Sciences en publiant les traductions latines d'un grand nombre d'ouvrages des géomètres grecs :

Les œuvres d'Archimède en 1558;

Les quatre premiers Livres des *Coniques* d'Apollonius, avec les *Commentaires* d'Eutocius et les *Lemmes* de Pappus, en 1566 :

Les *Éléments* d'Euclide en 1572;

Le *Planisphère* et l'*Analemme* de Ptolémée;

Le Livre d'Aristarque de Samos *Sur les grandeurs et distances;*

Les *Pneumatiques* de Héron;

Les *Collections mathématiques* de Pappus.

« On pourrait, dit Montucla, le donner comme le modèle des commentateurs ; ses notes vont au fait et ne viennent qu'à propos, sans être ni trop longues ni trop courtes. Très versé dans tout ce que les Mathématiques avaient de plus profond pour son temps,

il prend bien le sens de son texte, et le redresse où il en est
Archimède déterminait le centre de gravité du segment de para-
besoin. »

Il rétablit en même temps que Maurolycus le traité perdu où
boloïde, et le publia le premier.

SERVET (MICHEL).

[Né à Villanueva (Aragon) en 1509, mort à Genève en 1553.]

Son véritable nom est Serveto (Micael). Il quitta l'Espagne à l'âge de 19 ans et se rendit à Toulouse où son père l'avait envoyé pour étudier le droit ; mais il commença dès lors de s'occuper des questions de réforme dans l'Église, qui préoccupaient alors les esprits les plus actifs dans toute l'Europe. Il visita l'Italie et l'Allemagne où il publia, en 1531, à Haguenau, son système philosophique, qui se rapproche de ce qu'on a, depuis, appelé le panthéisme.

La publication de ses écrits excita, chez les Théologiens de toutes Églises, des colères telles que Servet crut bon de laisser là momentanément les disputes religieuses et de sortir d'Allemagne.

Il changea de nom, vint à Paris et y étudia la Médecine, sous Sylvius et Fernel. Il fut bientôt reçu docteur, professa quelque temps la Médecine, et acquit une grande célébrité comme praticien.

C'est lui qui eut le premier l'idée de la circulation du sang, mais il la bornait au passage du sang veineux du cœur au poumon et au retour du sang artériel du poumon au cœur. Il décrivit le rôle des valvules du cœur dans les mouvements

de diastole et de systole. Enfin il devina le rôle de la respiration dans la transformation du sang veineux en sang artériel, mais, bien entendu, sans rien savoir de la manière dont se faisait cette transformation.

Voici, au reste, textuellement, ce que dit Servet à cet égard : « La communication, c'est à dire le passage du sang du ventricule droit du cœur au ventricule gauche, ne se fait pas à travers la cloison interventriculaire (ce qui était l'opinion de Galien, déjà combattue par Béranger de Carpi et par Vésale) mais par un long et merveilleux détour ; le sang est poussé vers le poumon, où il est agité et préparé ; il passe de la veine artérieuse dans l'artère artérieuse. »

Toutefois il est vrai de dire que ce passage, en apparence si clair, ne semble dériver que d'une pure intuition. Servet n'indique aucune preuve à l'appui de son opinion et ne la donne qu'à propos de la recherche du lieu où l'âme pourrait bien gîter. Il pensait qu'elle réside dans le sang.

Servet n'avait pas tardé à se brouiller avec la Faculté de Médecine de Paris, son cas même fut déféré au Parlement ; il se retira à Lyon où il vécut d'abord du salaire d'ouvrier imprimeur; il eut, en 1541, le bonheur d'être pris en amitié par l'archevêque de Vienne en Dauphiné, qui le reçut dans son palais; il eût pu y vivre heureux à l'abri de toutes recherches pour ses opinions, ayant d'ailleurs, comme médecin, une fort belle clientèle dans la ville et les châteaux environnants.

Mais il ne pouvait vivre sans disputes ; depuis longtemps il provoquait Calvin à des tournois théologiques et finit par aller le joindre à Genève.

Calvin le fit arrêter, le déféra à des juges choisis et le fit con-

damner à être brûlé vif. La sentence, prononcée par de soi-disant partisans du libre examen, fut exécutée le 27 octobre 1553.

Servet marcha tranquillement à la mort. Calvin caché, dit-on, derrière les jalousies d'une fenêtre donnant sur le lieu du supplice, put goûter sans mélange les joies du triomphe réel de ses doctrines abstraites.

BERNARD PALISSY.

(Né à la Capelle-Biron, dans l'Agenais, vers 1510, mort à la Bastille en 1589.)

On ne connaît pas la profession de son père. Après avoir appris dans une petite école à lire, à écrire et à calculer, il fut envoyé en apprentissage dans une fabrique de vitraux peints. Il avait d'un autre côté appris à lever les plans, de sorte qu'il vivait assez bien de ses deux métiers. « On pensait, en notre pays, dit-il, que je fusse plus savant, en l'art de peinture, que je n'étais, ce qui causait que j'étais souvent appelé pour faire des figures (des plans) pour les procès. Or, quand j'étais en telles commissions, j'étais très bien payé... »

Lorsqu'il se crut assez habile, il partit pour faire son tour de France, qu'il prolongea jusqu'en Allemagne. « Il voyagea, dit Faujas de Saint-Fond, un de ses biographes et l'éditeur de ses œuvres, dans tout le royaume, depuis les Pyrénées jusqu'à la mer de Flandres et des Pays-Bas ; et depuis la Bretagne jusqu'au Rhin. Il parcourut en détail, à ce qu'il semble, toutes les provinces de la France et, en outre, la basse Allemagne, les Ardennes, le pays de Luxembourg, les duchés de Clèves, de Brisgau, etc. Toutes les contrées qu'il parcourut fournirent matière à

ses observations. Les phénomènes géologiques et l'Histoire naturelle attiraient principalement son attention; mais tout lui était objet d'études sérieuses. Aussi est-on surpris de l'étendue et de la variété des connaissances qu'attestent ses ouvrages. L'observation et l'expérience étaient du reste ses seuls maîtres.

Il se fixa à Saintes, vers 1535, et s'y maria. La *pourtraiture* était, à ce qu'il paraît, tombée en discrédit et Palissy fut obligé de chercher à se créer de nouvelles ressources. C'est alors qu'il eut l'idée de rechercher la préparation des émaux anciens dont quelques morceaux lui étaient tombés entre les mains.

Il avait déjà fait de nombreuses et coûteuses tentatives dans ce sens, tout en travaillant de son état pour gagner sa vie, lorsqu'une circonstance le tira momentanément d'embarras, en lui laissant des ressources pour activer ses recherches. Le duc de Montmorency, chargé par François Ier de répartir en Saintonge la taxe qui venait d'être mise sur le sel, eut à faire faire l'évaluation des surfaces des marais salants, et Bernard Palissy fut un des arpenteurs chargés de ce travail assez bien rémunéré.

Aussitôt qu'il fut libre, il retourna à ses émaux. Il ne savait absolument rien de ce qu'il lui eût été nécessaire de savoir, pas même l'art du potier ; aussi n'allait-il qu'à tâtons. Il broyait et mélangeait les matières les plus diverses, les étendait sur des tessons de pots, les soumettait au feu et attendait le résultat de ses essais. Un jour, il obtint l'émail blanc qu'il cherchait avant tout, la coloration devant être ensuite facile à obtenir; mais, lorsqu'il voulut émailler des pièces entières, il lui arriva toutes sortes d'accidents : ou bien il avait trop ou trop peu chauffé, ou bien la pièce était inégalement cuite ou bien les cendres du bois avaient tout gâté. Un jour, pour ne pas laisser éteindre le feu de son

four, il y jeta les débris de ses meubles et du parquet de sa chambre. Voici comment il raconte cet épisode :

« Au lieu de me reposer, dit-il, après tant de travaux effectués et de peines éprouvées, il me fallut travailler encore plus d'un mois, nuit et jour, pour broyer les matières qui m'avaient donné, dans le four des verriers, un blanc si admirablement beau. Après avoir broyé les matières et formé la composition, j'en couvris tous les vaisseaux que j'avais faits. Je mis le feu au fourneau par les deux gueules, ainsi que je l'avais vu faire dans la verrerie, et j'y plaçai mes vaisseaux avec l'espoir de voir bientôt fondre l'émail. J'étais comme un homme désespéré. Bien que je fusse tout étourdi, non moins par le chagrin que par la fatigue, je ne laissai pas de m'apercevoir que j'avais mis en trop petite quantité la matière qui devait faire fondre les autres. Je me remis donc à piler et à broyer une nouvelle quantité de cette matière, sans toutefois laisser refroidir mon fourneau, deux choses qui, faites en même temps, me causaient une extrême fatigue. Quand j'eus ainsi de nouveau composé mon émail, je fus encore obligé, pour en faire l'épreuve, d'aller acheter d'autres pots. Ceux que j'avais faits avec tant de peine étaient entièrement perdus. Je mis mes nouvelles pièces d'émail dans le four et je continuai à chauffer au même degré. Mais, là-dessus, il m'arriva un nouveau malheur, le bois me manqua. Je fus contraint de brûler d'abord les étais qui soutenaient les treilles de mon jardin, et puis les tables et jusqu'au plancher de la maison, pour fondre une seconde composition. J'étais dans des angoisses telles que je ne saurais en donner l'idée. J'étais tout tari et desséché par le labeur et par la chaleur du fourneau ; il y avait plus d'un mois que ma chemise n'avait séché sur moi ; encore, pour me consoler, on se mo-

quait de moi, et même ceux qui auraient dû me secourir allaient crier par la ville que je faisais brûler le plancher; et, par tel moyen, on me faisait perdre mon crédit et m'estimait-on être fou. »

Ce n'est qu'après seize ans de recherches et d'efforts incessants qu'il put enfin réussir ces *pièces rustiques*, c'est-à-dire ces plats de faïence sur lesquels il groupait toutes sortes d'animaux, dans des attitudes prises sur nature et avec leurs couleurs et nuances propres.

Dès qu'il eut réussi, tout le monde voulut avoir des pièces de sa fabrication. Le duc de Montmorency, en particulier, lui commanda une foule de vases de toutes sortes pour la décoration du château qu'il faisait alors bâtir à Écouen.

Mais, au moment de jouir enfin de l'aisance qu'il avait si vaillamment conquise, les persécutions religieuses faillirent l'écraser entièrement. Obligé de se cacher, parce qu'il avait embrassé le calvinisme, il fut découvert et jeté dans les prisons de Bordeaux où il allait être mis à mort, lorsque le duc de Montmorency, pour le sauver, le fit nommer, par la reine Catherine de Médicis, *inventeur des rustiques figulines du roi* et l'envoya à Paris. Catherine lui donna pour ses fourneaux un emplacement occupé depuis par le palais des Tuileries, où elle venait le voir exécuter les commandes qu'elle lui avait faites.

Grâce à cette protection spéciale, Palissy échappa à la Saint-Barthélemy.

Ayant alors quelques loisirs, il se mit à étudier passionnément la Chimie, la Géologie et l'Histoire naturelle. « Il n'avait eu d'abord pour s'instruire d'autres livres que le ciel et la terre, dans lesquels, dit-il, il est permis à chacun de lire, mais il n'entendait ni le latin ni le grec et il eût voulu savoir comment les phi-

losophes de l'antiquité avaient entendu le livre de la Nature. »

« Dans ce débat d'esprit, je m'avisai de mettre des affiches dans tous les carrefours de Paris, afin d'assembler les plus doctes médecins et autres, auxquels je promettais montrer, en trois leçons, tout ce que j'avais connu des fontaines, pierres, métaux et autres matières, et, afin qu'il ne s'y trouvât que des plus doctes et des plus curieux, je mis en mes affiches que nul n'y entrerait qu'il n'y baillât un écu à l'entrée desdites leçons, et cela faisais-je en partie pour voir si, par le moyen de mes auditeurs, je pourrais tirer quelque contradiction qui eût plus d'assurance de vérité que non pas les preuves que je mettais en avant ; sachant bien que, si je me trompais, il y en aurait de grecs et de latins qui me résisteraient en face et qui ne m'épargneraient point, tant à cause de l'écu que j'aurais pris de chacun que pour le temps que je leur eusse fait perdre. Voilà pourquoi je dis que, s'ils m'eussent trouvé en défaut, ils m'eussent bien rembarré, car j'avais mis en mes affiches que, partant que les choses promises en icelles ne fussent véritables, je leur rendrais le quadruple. Mais, grâce à mon Dieu, jamais homme ne me contredit d'un seul mot ; lesquelles leçons je fis dans le Carême de l'an 1575. »

Il paraît que Bernard Palissy prolongea ses conférences pendant une dizaine d'années, c'est-à-dire jusque vers 1585.

En 1588, Bernard Palissy fut jeté à la Bastille par l'ordre des chefs ligueurs. Henri III, voulant le sauver, vint l'y voir et lui offrit la liberté contre l'abjuration de sa foi, mais Bernard refusa ; il dit au roi qu'il savait mourir. On le laissa cependant en prison ; il y mourut en 1589.

Ses principaux ouvrages, dont nous allons donner une idée, sont : 1° *Recepte véritable par laquelle tous les hommes de*

France pourront apprendre à augmenter leurs trésors. Item, ceux qui n'ont jamais eu connaissance des lettres pourront apprendre une philosophie nécessaire à tous les habitants de la terre, etc. Bernard Palissy y traite principalement d'agriculture. « Il n'est, dit-il, au monde aucun art auquel une grande philosophie soit plus nécessaire qu'à l'agriculture... Si la terre était cultivée comme elle devrait l'être, elle produirait deux ou trois fois plus... Les actes d'ignorance dont je suis tous les jours témoin dans l'agriculture me tourmentent souvent l'esprit... Examine un peu les fumiers que les laboureurs tirent de leurs étables et qu'ils placent indifféremment, tantôt en des lieux bas, tantôt en des lieux élevés, sans autre soin que celui de les empiler. Considère ensuite ce qui arrive dans les temps pluvieux : l'eau qui tombe sur ces fumiers les pénètre et, les traversant du sommet à la base, elle en détache une teinture noire qu'elle emporte quand, à la faveur d'une inclinaison du terrain, elle peut librement s'écouler. Un fumier ainsi lavé ne fait aucun profit. Le fumier rend à la terre une partie de ce qui lui a été enlevé. La substance d'un champ où l'on a semé et récolté pendant plusieurs années a été emportée avec la paille et le grain. Et si je dis que les fumiers ne doivent pas être abandonnés à l'action dissolvante des pluies, c'est parce que les pluies en emportent le sel, qui est la principale vertu du fumier... Tiens pour certain qu'il n'est pas de semence, bonne ou mauvaise, qui n'apporte en soi quelque espèce de sel, et quand les pailles, foins et autres herbes sont putréfiés, les eaux qui passent à travers en détachent le sel. C'est ainsi qu'un poisson salé, qui trempe longtemps dans l'eau, perd toute sa substance salsitive... On emploie les cendres pour faire les lessives, parce que les cendres contiennent un sel qui se dissout dans l'eau et

que cette eau pénétrant à travers le linge, se mêle avec les matières grasses ou impures qui le salissent, les détache du tissu, et, en s'écoulant, les emporte avec elle. » Il traite ensuite de la taille des arbres, compare entre eux les différents sels, etc.

2° *Discours admirables de la nature des eaux et fontaines, tant naturelles qu'artificielles; des métaux, des sels et salines; des pierres, des terres, du feu et des émaux avec plusieurs autres excellents secrets des choses naturelles. Plus un Traité de la marne fort utile et nécessaire à ceux qui se mêlent d'agriculture.*

« Depuis quelque temps, dit-il, dans le *Traité des pierres,* j'ai connu que le cristal se congelait dans l'eau; et ayant trouvé plusieurs pièces de cristal formées en pointes de diamants, je me suis mis à penser qui pourrait être la cause de ce; et, étant en telle rêverie, j'ai considéré le salpêtre, lequel étant dissous dedans l'eau chaude, se congèle au milieu ou aux extrémités du vaisseau où elle a bouilli; et encore qu'il soit couvert de ladite eau, il ne laisse à se congeler. »

Il dit dans le *Traité de la marne:* « Nous savons qu'en plusieurs lieux les terres sont faites par divers bancs, et, en les fossoyant, on trouve quelquefois un banc de terre, un autre de sable, un autre de pierre et de chaux et un autre de terre argileuse, et communément les terres sont ainsi faites par bancs distingués. »

Il dit dans son *Traité des Fontaines :* « Les eaux de source proviennent des eaux de pluie, qui, après avoir pénétré dans le sol, glissent sur les couches d'argile qu'elles rencontrent et finissent par sortir à la partie déclive du terrain »... « Quant aux fontaines jaillissantes, il faut que leur eau parte d'un point plus

élevé, car les eaux ne s'élèvent jamais plus haut que les sources d'où elles procèdent. »

Voici encore quelques extraits du *Traité des Métaux et Alchimie*. « Il est donc aisé de conclure que les poissons qui sont réduits en métal ont été vivants dans certaines eaux et étangs, les quelles eaux se sont entremêlées à autres eaux métalliques, qui depuis se sont congelées en manière d'airain et ont congelé le poisson... Et si, lorsque les eaux se sont congelées en métal, il y eût eu en icelles quelque corps mort d'homme ou de bête, il se fût aussi réduit en métal. »

« Par quoi je maintiens que les poissons armés (c'est-à-dire sans doute les coquillages) lesquels sont pétrifiés en plusieurs carrières, ont été engendrés sur le lieu même, pendant que les rochers n'étaient que de l'eau et de la vase, lesquels, depuis, ont été pétrifiés avec lesdits poissons. »

« Quand j'ai eu de bien près regardé aux formes des pierres, j'ai trouvé que nulle d'elles ne peut prendre forme de coquille ni d'animal, si l'animal même n'a bâti sa forme. »

« J'ai trouvé plus d'espèces de poissons ou coquilles d'iceux, pétrifiés en terre, que non pas des genres modernes qui habitent dans la mer Océane. Et combien que j'aie trouvé des coquilles pétrifiées d'huîtres, sourdons, availlons, jables, moules, alles, couteleux, pétoucles, châtaignes de mer, écrivelles, etc., qui habitent en ladite mer Océane; si est-ce que j'en ai trouvé en plusieurs lieux, tant ès terres douces de Saintonge que des Ardennes et au pays de Champagne d'aucunes espèces, desquelles le genre est hors de notre connaissance, et ne s'en trouvent point qui en soient lapifiées. »

On voit que c'est là presque de la Géologie moderne. Pour

montrer combien ces idées étaient neuves à l'époque où Bernard Palissy les formulait, nous mentionnerons l'appréciation qu'en faisait Voltaire à la fin du règne de Louis XV.

« Faut-il que tous les physiciens aient été les dupes d'un visionnaire comme Palissy. Il s'imagina qu'une espèce de marne pulvérisée qui est en Touraine était un magasin de petits poissons de mer. Des philosophes le crurent, ces milliers de siècles pendant lesquels la mer avait déposé les coquilles à trente-six lieues dans les terres, les charmèrent et me charmeraient tout comme eux si la chose était vraie. »

On sait que Voltaire expliquait la présence de coquilles dans les Alpes parce que les pèlerins, en revenant de Jérusalem, harassés, n'en pouvant plus, jetaient leurs bourdons et les coquilles qu'ils y avaient attachées.

Ajoutons que Palissy se moquait assez spirituellement des faiseurs d'or et d'argent, de l'or potable, des médecins de son temps, etc.

M. Cap a donné en 1844 une nouvelle édition des œuvres de Bernard Palissy, en un volume in-18.

LILIO (LUDOVICO).

(Né en Calabre vers 1510, mort en 1576.)

Médecin et astronome. Il prit part au concours ouvert par Grégoire XIII entre les astronomes de la chrétienté pour la réforme du Calendrier ; et le mémoire qu'il présenta sur ce sujet réunit tous les suffrages de la commission chargée de trancher la question. Le projet de Lilio fut adressé par Grégoire XIII à tous

les souverains de la communion romaine, qui l'approuvèrent unanimement et il fut définitivement adopté. Lilio ne jouit pas de son succès; il était mort avant la fin du concours. On sait que c'est en 1582 que le nouveau Calendrier commença d'être mis en usage.

REINHOLD (ÉRASME).

[Né à Saalfeld (Thuringe) en 1511, mort en 1553.]

Commentateur de Purbach et de Régiomontanus. Il a étendu la table des tangentes à toutes les minutes du quart de cercle et construit les tables dites *pruténiques*, d'après les observations de Copernic. Ces tables publiées en 1551, sous le titre : *Prutenicæ tabulæ cœlestium motuum* sont dédiées à son bienfaiteur Albert, marquis de Brandebourg. Elles forment la première application du système de Copernic. L'auteur y fait l'année de $365^j 5^h 55^m 58^s$. C'est la valeur d'après laquelle a été établi le calendrier grégorien.

Reinhold enseigna quelque temps l'Astronomie et les Mathématiques à Wittemberg.

Il est à remarquer que dans son *Commentarius theoriæ novæ planetarum Purbachii*, publié en 1542, il émet l'opinion que l'orbite de Mercure pourrait être elliptique.

MERCATOR (GÉRARD).

(Né à Ruppelmonde en 1512, mort en 1594.)

Entré au service de Charles-Quint en 1541, il exécuta pour lui deux globes, l'un céleste, l'autre terrestre, qui ont fait l'objet de l'admiration des contemporains.

Il se fixa à Duisbourg, vers 1559, et reçut le titre de cosmographe du duc de Juliers.

Il est surtout connu par l'invention du système de projection employé encore dans les cartes marines. Les méridiens y sont représentés par des droites parallèles équidistantes et les parallèles par d'autres droites perpendiculaires aux méridiens et également équidistantes.

Il publia, en 1569, la première carte établie d'après son système, mais il n'avait pas rendu compte du principe qu'il avait pris pour guide.

Edward Wright, dans sa *Correction of errors in navigation* (1599), se servit du même principe, et il en est résulté que, pendant longtemps, les Anglais ont désigné le système de Mercator sous le nom de système de Wright.

Les principaux ouvrages de Mercator sont : *De usu annuli astronomici* (Louvain, 1552); *Chronologia a mundi exordio ad annum* 1568 (Cologne, 1568); *Tabulæ geographicæ ad mentem Ptolemæ, restitutæ* (Cologne, 1578); *Atlas sive geographicæ meditationes de fabrica mundi* (Duisbourg, 1595).

RHETICUS (GEORGE-JOACHIM).

[Né à Feldkirchen (Rhétie) en 1514, mort en 1576.]

Son véritable nom est JOACHIM.

Il professait les Mathématiques à Vittemberg lorsque, ayant eu connaissance des idées nouvelles adoptées par Copernic, il sollicita, en 1539, l'honneur d'être reçu par lui comme son disciple, pour l'aider dans ses travaux.

Il demeura deux ou trois ans près de son maître, à qui il avait

voué la plus vive affection. Il l'engageait incessamment à publier ses découvertes et les faisait lui-même connaître à ses amis. Ce sont les publications qui se firent par son entremise qui décidèrent Copernic à faire imprimer ses *Revolutiones orbium cœlestium*. C'est Rheticus qui en revit les épreuves.

Sa table trigonométrique contenant les sinus, tangentes et sécantes de tous les arcs de $10''$ en $10''$, de $0°$ à $90°$, a rendu de grands services à tous les astronomes, ses contemporains ; elle a été publiée par son disciple Valentin Othon en 1596, sous le titre : *Opus palatinum de triangulis a Georgio Joachimo Rhetico cœptum ; L. Valentinus Otho principis palatini mathematicus consummavit.* La méthode de calcul est fondée sur les formules qui donnent $\cos na$ et $\sin na$ en fonction de $\sin a$, $\cos a$, $\sin(n-1)a$, $\cos(n-1)a$, $\sin(n-2)a$ et $\cos(n-2)a$. Ces formules dont on ne connaît pas d'origine plus ancienne peuvent être regardées comme dues à Rheticus lui-même.

Rheticus avait calculé les sinus avec quinze chiffres ; mais sa table, publiée par Othon, n'en contenait que dix. Pitiscus rechercha le manuscrit et eut le bonheur de le retrouver d'une façon inattendue. Othon devenu vieux ne savait plus ce qu'il en avait fait ; il croyait l'avoir laissé à Wittemberg où on ne le retrouva pas. A sa mort, ses papiers poudreux et moisis passèrent aux mains de Christman. Pitiscus y trouva un second exemplaire complet de la table des sinus à quinze décimales, le revit, le corrigea et le publia sous ce titre :

Thesaurus mathematicus, sive canon sinuum, jam olim quidem incredibili labore et sumptu a Georgio Rhetico supputatus, at nunc primum in lucem editus a Bartholomeo Pitisco.

VÉSALE (ANDRÉ).

(Né à Bruxelles en 1514, mort dans l'île de Zante en 1564.)

Il descendait d'une famille originaire de Wesel, dans le duché de Clèves, et qui en tira son nom. Depuis son trisaïeul, tous ses ancêtres avaient exercé la Médecine. Son père était apothicaire à Bruxelles.

André Vésale fit ses études classiques à l'Université de Louvain. Il alla ensuite étudier la Médecine à Montpellier, puis à Paris.

Il se passionna de bonne heure pour l'Anatomie, qu'il devait renouveler, mais comme la dissection était alors rarement permise (l'Université de Montpellier avait difficilement obtenu des rois de France l'autorisation, par lettres patentes spéciales, de prendre tous les ans un cadavre des condamnés à mort), il en était réduit à dérober la nuit des squelettes ou des portions de cadavres à Montfaucon.

La guerre ayant éclaté entre François Ier et Charles-Quint, Vésale retourna en 1532 à Louvain, où il fut nommé à dix-huit ans professeur d'Anatomie.

Il entra à vingt ans comme chirurgien dans l'armée de Charles-Quint. Il passa de Provence en Italie et obtint au concours, en 1540, la chaire d'Anatomie à l'Université de Pavie. Il occupa ensuite celles de Bologne et de Pise. Enfin le Sénat de Venise le nomma professeur d'Anatomie à l'Université de Padoue, la principale école de Médecine au seizième et au commencement du dix-septième siècle. « Cette Université, dit Cuvier, eut constamment de très grands maîtres, et Vésale fut un des plus célèbres. » Il y enseigna jusqu'en 1549.

C'est d'après Galien qu'on enseignait l'Anatomie avant Vésale, mais on sait que c'est sur le singe que Galien avait été réduit à étudier l'homme. Vésale était d'abord très surpris de trouver de graves erreurs dans les descriptions du chirurgien de Pergame; enfin il en découvrit la cause, qui avait échappé à tous ses prédécesseurs.

C'est alors qu'il entreprit, à vingt-huit ans, sa *Grande Anatomie* qui parut à Bâle en 1543. Il la dédia à Charles-Quint, pour tâcher de prévenir l'effet des animosités qu'il avait déjà soulevées. Il dit dans sa préface : « Qu'ai-je fait, moi qu'on accuse d'avoir calomnié Galien. Je lui ai constamment rendu justice. Mais, au lieu d'imiter le commun de nos médecins qui n'y trouvent pas la moindre faute à reprendre, tandis que Galien se corrige souvent lui-même et relève dans un endroit des négligences ou des inexactitudes qu'il a commises dans d'autres, j'ai contrôlé ses opinions et prouvé, pièces en mains, que le médecin de Pergame a fait des dissections non sur l'homme, mais sur des animaux, particulièrement sur des singes. En cela Galien n'a pas été coupable, puisqu'il a été arrêté par un préjugé plus fort que sa volonté et son génie. Les coupables sont ceux qui, ayant sous les yeux les organes de l'homme, s'obstinent à copier seulement les erreurs de leur idole. »

Et plus loin :

« Que dire de ces professeurs qui, du haut de leurs chaires, répètent comme des perroquets ce qu'ils ont lu dans les livres, sans avoir fait eux-mêmes aucune observation.

« Au reste, je ne doute pas qu'on me trouve bien hardi, à vingt-huit ans, d'oser attaquer Galien, et je m'attends aux morsures de ceux qui, n'ayant pas étudié par eux-mêmes et ayant

suivi en aveugles les opinions erronées de cet ancien, ne pourront pardonner à un jeune homme d'avoir découvert et prouvé ce qu'ils n'avaient ni vu ni pressenti, quoique vieillis dans l'exercice de l'art. »

Les attaques qu'il craignait ne lui manquèrent pas en effet. Ses ennemis, même, obtinrent de Charles-Quint l'ordre de faire une enquête sur son livre, pour qu'il fût censuré, s'il y avait lieu.

On dit que le dégoût que lui inspirèrent les calomnies qu'il avait à essuyer l'engagèrent à jeter au feu tous les documents qu'il avait préparés pour de nouvelles publications.

Après l'abdication de Charles-Quint, Vésale suivit Philippe II à Madrid, où il ne fit plus que languir dans l'abattement et la tristesse.

Ce qui l'affligeait surtout était que, tandis qu'il était réduit à l'impuissance, deux jeunes rivaux, Fallope qui lui avait succédé dans sa chaire à l'Université de Padoue, et Eustachi, professeur d'Anatomie à Rome, s'illustraient par de nouvelles découvertes et le contredisaient en partie.

Il résolut de revenir en Italie, mais pour quitter la cour de Philippe II, il prétexta un voyage en Terre sainte. C'est en revenant de ce voyage, et sur le point de parvenir à Venise, qu'il périt dans l'île de Zante, sur les côtes de laquelle le vaisseau qui le portait était venu se briser.

C'est Vésale qui a le premier abordé l'Anatomie du cerveau et analysé ses principales fonctions ainsi que celles des nerfs et de la moelle épinière. C'est lui qui a découvert que la section d'un nerf paralyse le muscle auquel il se rend ; que la section de la moelle épinière paralyse les membres inférieurs avant de déterminer la mort.

Son étude du cœur était si parfaite que Cuvier s'étonne qu'il n'ait pas découvert la circulation du sang.

RAMUS (PIERRE).

[Né à Cutti (Vermandois) en 1515, tué à Paris le 26 août 1572 (Saint-Barthélemy)].

Son véritable nom est La Ramée. Il était fils d'un gentilhomme du pays de Liège, qui, ruiné par les guerres, vivait, réfugié en Picardie, de la fabrication du charbon de bois. Le désir de s'instruire le conduisit à Paris dès l'âge de huit ans; mais la misère l'en chassa presque aussitôt. Sans se laisser abattre, le studieux enfant tenta un second voyage dans la capitale l'année suivante, n'y fut pas plus heureux que la première fois et retourna de nouveau dans son village. Enfin sa persévérance fut récompensée. De retour à Paris, il trouva dans son oncle maternel un protecteur généreux, quoique pauvre, et cette fois, du moins, il ne souffrit pas de la faim comme précédemment. A douze ans, il entra comme valet au collège de Navarre. Il donnait le jour à ses humbles fonctions, la nuit à l'étude. En peu d'années, il acquit, par son opiniâtreté au travail, des connaissances assez étendues pour gagner brillamment le titre de maître ès arts, en soutenant, en 1536, des opinions très avancées, paradoxales même pour l'époque, touchant le docteur par excellence, le maître infaillible et divin, le philosophe incomparable, Aristote, puisqu'il faut l'appeler par son nom. Le jeune écolier eut l'audace d'avancer que *tout ce qu'Aristote a dit est fausseté et mensonge*, et, chose plus étrange encore, il eut le mérite de le prouver assez bien pour que des juges qui ne juraient que par le philosophe de Stagyre fussent

obligés de conférer le titre de maître ès arts à l'audacieux novateur. A l'opposé de la plupart des docteurs scolastiques, qui portaient à sa plus haute perfection l'art de parler pour ne rien dire, Ramus s'appliqua à tenir un langage compréhensible aux écoliers nombreux qui suivirent ses leçons d'éloquence et de philosophie au collège de l'Ave-Maria. Nouveauté surprenante à cette époque et qui parut dangereuse, il leur apprit qu'au-dessus de l'autorité d'Aristote s'élevait l'autorité de la raison, « reine et maîtresse de l'autorité ». Frappé depuis longtemps des niaises et stériles puérilités de la scolastique, il s'attacha particulièrement à la logique, qu'il s'appliqua à débarrasser de toutes les discussions obscures et oiseuses; et, afin qu'on ne perdît pas le souvenir des arguments dont il s'était servi avec avantage lors de la discussion de sa thèse, il résolut de donner à ses idées une forme durable en publiant coup sur coup, en 1543, deux ouvrages remarquables : ses *Dialecticæ partitiones* et ses *Aristotelicæ animadversiones.* La statue d'Aristote était cette fois abattue de son piédestal. Le vieux philosophe était lui-même traité de sophiste et d'impie; sa dialectique, telle qu'on l'enseignait, était qualifiée de fatras inutile, bon tout au plus à embrouiller les idées; et, quant à ses écrits, Ramus en contestait l'authenticité. La Sorbonne s'émut de tant d'audace et dénonça le profane à François Ier. Ce roi, surnommé le *Père des lettres*, mais qui ne sut que les maltraiter dans la personne de Marot, de Berquin, de Lefèvre d'Étaples et de tant d'autres, agit à l'égard de Ramus comme avec les précédents. Il demanda qu'une discussion publique eût lieu entre Ramus et son adversaire, Antoine Govea, fougueux péripatéticien. Cinq commissaires furent choisis pour prononcer entre eux, mais trois sur cinq étaient les amis de Govea. La discussion était inutile. Ramus, indigné,

abandonna la partie. Il fut déféré au parlement et l'affaire fut évoquée au conseil du roi, qui rendit, le 1er mars 1544, un arrêt déclarant Ramus « téméraire, arrogant et impudent, pour avoir osé réprouver et condamner le train et art de logique reçu de toutes les nations; ordonnant la suppression de son ouvrage, comme entaché d'assertions fausses et étranges, et faisant défense à l'auteur d'écrire ou même d'enseigner contrairement à la doctrine d'Aristote, cela à peine de punition corporelle. » En conséquence, ses deux livres furent supprimés, et François I^{er} s'empressa d'aggraver cette sentence, déjà sévère, en défendant à Ramus de professer la philosophie. Les sorbonnistes triomphants exhalèrent leur joie en termes des plus injurieux. Ramus fut par eux tourné en ridicule, bafoué par la populace ameutée, représenté sur le théâtre comme un fou. Il souffrit tout sans se plaindre et professa les Mathématiques et la Littérature, en attendant des jours meilleurs. Du reste, et ce lui fut une consolation contre les pasquinades des cuistres, le nombre de ses auditeurs n'était pas diminué.

En 1545, la peste ravageait Paris. Ramus s'était éloigné, lorsqu'il reçut une lettre du principal du collège de Presle, qui lui offrait de le suppléer. Il accepta, obtint l'autorisation de remplir ces fonctions, malgré les cabales de la Sorbonne, et, en peu de temps, le collège redevint florissant par le nombre des écoliers qui le fréquentèrent. Cependant, en dépit des nombreuses calomnies et des attaques violentes auxquelles il avait été en butte, Ramus s'était fait de puissants protecteurs par la noblesse de son caractère, la franchise de ses opinions et l'étendue de ses connaissances. Le cardinal de Lorraine surtout lui portait un vif intérêt; il fit annuler en 1547, par Henri II, l'injuste interdiction qui pesait

sur le savant professeur, et celui-ci s'empressa de reprendre l'enseignement de la philosophie et de faire réimprimer ses deux ouvrages, en y introduisant d'importants développements. Grâce à son protecteur, il obtint, en 1551, une chaire de philosophie et d'éloquence au Collège royal. Ce nouveau titre ne mit point un terme aux intrigues et aux outrages de ses ennemis; mais, généreux dans le succès comme il avait été résigné dans la disgrâce, Ramus dédaigna de relever les accusations dont il était l'objet; il employa son influence à réformer les abus qui entravaient la marche de l'enseignement public; il retoucha les ouvrages d'Aristote et continua à les enseigner, après les avoir rendus plus conformes à l'état actuel des connaissances; il composa de nouvelles grammaires pour l'étude des langues grecque, latine et française, et rectifia, autant qu'il lui fut possible, les fautes et les abus qui s'étaient introduits dans l'enseignement de la première de ces langues, surtout dans sa prononciation. Cette fois encore la Sorbonne s'agita beaucoup pour faire prévaloir son esprit routinier; mais elle fut encore battue.

Ramus avait acquis une grande influence dans l'Université; député plusieurs fois près du roi, il avait su gagner sa confiance et venait d'être nommé membre d'une commission chargée de réformer l'Université, lorsque ce prince mourut (1559). Néanmoins, Ramus conserva tout son crédit et continua sans entraves son enseignement. Tout semblait lui présager alors une existence calme et brillante; mais, avec son caractère loyal et son esprit indépendant, il ne pouvait rester étranger aux grandes discussions qui agitaient l'Europe. Ennemi juré des abus, il ne pouvait rester attaché au catholicisme. Après le colloque de Poissy (1561), il se jeta dans le parti des réformateurs. Son premier acte de pro-

testantisme fut de s'opposer à la protestation de l'Université contre l'édit de Janvier; il alla même, dit-on, jusqu'à faire briser les images de la chapelle de son collège, ce qui lui attira de nouveaux ennemis et de nouvelles persécutions. La première guerre civile ayant éclaté, les protestants furent chassés de Paris. Obligé de quitter cette ville, Ramus se retira d'abord à Fontainebleau; mais ses ennemis, qui avaient pillé sa maison et incendié sa riche bibliothèque, découvrirent son asile, et il ne leur échappa que par une prompte fuite. Il trouva un refuge dans le château même de Vincennes, qu'il fut bientôt forcé de quitter aussi. Enfin en 1563, après la paix d'Amboise, l'illustre fugitif put remonter dans sa chaire du Collège royal et obtint la permission de suivre la religion qu'il avait adoptée. A cette époque, Ramus refusa une chaire qu'on lui offrait à Bologne et combattit les prétentions des jésuites qui voulaient prendre pied dans l'Université. Le calme dont il jouissait ne fut pas de longue durée; la cour ne remplit presque aucune des conditions du traité de paix et les protestants reprirent de nouveau les armes. En 1567, Ramus quitta encore Paris et alla se ranger sous les drapeaux de Coligny et de Condé, qui l'accueillirent avec une extrême bienveillance. Brantôme affirme que c'est lui qui, par son éloquence, décida les reîtres à se contenter des 30 000 écus que l'armée huguenote put leur offrir. La paix lui permit de rentrer à Paris (1568); mais, prévoyant la prochaine reprise des hostilités, il entreprit un voyage à travers les Universités d'Allemagne et reçut partout l'accueil le plus flatteur. Dans quelques pays, on lui fit même des offres brillantes pour le retenir; mais il aimait sa patrie : *Amo patriam, ejusque præclaras laudes celebrari maxime cupio.* Il résista aux instances du roi de Pologne, qui voulait

l'attirer à Cracovie, et à celles du roi de Hongrie, qui désirait le mettre à la tête de l'Université de Weissemberg. Toutefois, il paraît qu'il se serait volontiers fixé à Genève; mais, à Genève comme à Paris, on tenait Aristote en grande vénération; sur ce point, Théodore de Bèze se rencontrait avec Govea. Ramus avait donné quelques leçons dans cette ville; les péripatéticiens alarmés, Théodore de Bèze à leur tête, l'avaient aussitôt engagé à changer de méthode, ce qu'il refusa de faire, croyant savoir aussi bien qu'eux « la manière qu'il fallait suivre. »

Revenu à Paris après la paix de Saint-Germain (1570), Ramus trouva ses ennemis triomphants. Le roi consentit à lui laisser le titre et le traitement de professeur et de principal; il lui permit même, dit-on, de nommer son successeur au collège de Presles, mais il n'eut plus le droit d'enseigner. Dès lors, il ne s'occupa plus que de travaux littéraires et de théologie, et c'est au milieu de ces travaux qu'une mort horrible vint le frapper.

Le massacre des protestants venait d'être décidé. Dans la nuit du 24 août et les jours suivants, les meurtriers, répandus à travers Paris, exécutèrent les ordres de Catherine de Médicis. Ramus était alors dans son collège de Presles. Des assassins, soudoyés par Charpentier, son implacable ennemi, forcent l'entrée du collège, découvrent Ramus dans son cabinet de travail, l'égorgent, le précipitent du cinquième étage et le traînent enfin dans la Seine. Ainsi périt le plus savant professeur du XVI^e^ siècle.

M. Waddington, dans le savant ouvrage qu'il a consacré à Ramus, en donne le portrait suivant : « Ramus était un homme grand, bien fait et de bonne mine. Il avait la tête forte, la barbe et les cheveux noirs, le front vaste, le nez aquilin, les yeux noirs et vifs, le visage pâle et brun et d'une beauté mâle. Sa bouche

tantôt sévère, tantôt souriante, était d'une grâce peu commune; sa voix était à la fois grave et douce.... Il était plein d'ardeur pour l'étude et infatigable au travail. Il fuyait tous les plaisirs des sens comme l'appât de tous les vices et le fléau d'une vie studieuse. Il se traitait durement, ne couchant que sur la paille, debout avant le chant du coq, passant toute sa journée à lire, à écrire et à méditer, usant dans ses repas de la plus grande sobriété.... Il avait l'âme forte et préparée à tout événement; sans orgueil dans la prospérité, le malheur ne pouvait l'abattre ni lui enlever son inébranlable confiance en Dieu. Il savait pardonner les injures et il avait l'habitude difficile de ne point répondre à ses adversaires, s'efforçant de surmonter par une longue patience l'extrême emportement de leurs attaques.... Une piété éclairée couronnait toutes ces vertus. » Les auteurs de la *France protestante* nous donnent le revers de la médaille : « A une humeur trop irritable, à une opiniâtreté excessive, à un trop grand amour de la contradiction, se joignaient chez Ramus un défaut de circonspection et une présomption extrême, qui lui attirèrent en partie ses malheurs. » Quant à la portée de l'œuvre de Ramus, M. Franck l'a caractérisée en ces termes (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences morales et politiques*, août et septembre 1855) : « Ramus est un de ces esprits hardis, de ces réformateurs entreprenants du XVI^e siècle qui ont touché à tout, qui ont tout remué et qui, s'ils n'ont pas fondé la Science, la littérature nouvelle, destinées à naître un siècle plus tard, ont du moins le mérite de leur avoir préparé la voie en nous délivrant de la vieille barbarie, en mettant un terme aux stériles discussions de la scolastique, en appelant l'esprit humain à ces vastes espérances, à ces idées de progrès et de perfectibilité que les âmes

généreuses n'abandonneront jamais et dont se compose en quelque sorte le fonds même de l'esprit humain. Mais Ramus a d'autres titres à notre reconnaissance que d'avoir été un des adversaires et des adversaires victorieux du moyen âge; il a étudié avec amour les chefs-d'œuvre de l'antiquité, il a renouvelé l'enseignement des lettres, en introduisant le premier dans nos collèges, à côté du latin, la seule langue en usage dans l'Université, l'étude alors nouvelle du grec, et en composant, pour la jeunesse des écoles, des grammaires qui, un siècle plus tard, obtenaient les éloges des maîtres de Port-Royal. Il n'a pas moins fait pour les Sciences : Professeur au Collège de France, où il enseignait avec un rare éclat, où sa parole éloquente attirait au pied de sa chaire des milliers d'auditeurs, il a créé, pour ainsi dire, l'enseignement des Mathématiques et de l'Astronomie, soit par ses propres leçons, soit par la fondation d'une chaire qui fut remplie jusqu'à la Révolution française par plus d'un savant illustre. Enfin, il a écrit en latin et en français des traités de Grammaire, de Rhétorique, de Logique, d'Arithmétique, d'Algèbre et de Géométrie, qui furent accueillis, traduits, commentés dans presque toutes les Universités de l'Europe. »

En proclamant la raison comme le critérium de la vérité, Ramus fut le précurseur de Descartes et le promoteur de l'émancipation de la Philosophie. Il apporta aussi des améliorations considérables dans la Logique, la Rhétorique et la Grammaire, et vit triompher quelques-unes de ses idées sur l'orthographe et la prononciation française. C'est lui, notamment, qui établit la distinction du *j* et du *v*, confondus alors dans l'usage avec l'*i* et l'*u*. En Physique, il était ennemi des hypothèses et des abstractions. Le système de Copernic le compta parmi ses premiers adhérents.

Ses traités d'Arithmétique, de Géométrie et d'Algèbre étaient encore en usage au siècle suivant.

PELETIER (DU MANS).

(Né au Mans en 1517, mort à Paris en 1582.)

Littérateur, médecin et mathématicien, il s'occupa d'abord de jurisprudence, puis devint successivement principal du collège de Bayeux, secrétaire de René du Bellay, médecin à Bordeaux, à Poitiers et à Lyon. Il parcourut ensuite l'Italie et la Savoie, où il professa l'Arithmétique, à l'Académie d'Annecy. Il mourut à Paris, principal du collège du Mans. Outre un assez grand nombre d'ouvrages littéraires, il a laissé une *Arithmétique* en quatre livres, une *Algèbre* en deux livres, un *Traité des usages de la Géométrie* et six livres de *Commentaires sur les éléments d'Euclide.*

Il reconnaît dans son *Algèbre* avoir fait de nombreux emprunts à Cardan, à Scheubel et à Stifel. Il dit, d'après ce dernier, des nombres négatifs, que ce sont *nombres absurdes ou nombres feints, au-dessous de rien.*

AMBROISE PARÉ.

(Né à Laval en 1517, mort à Paris en 1590.)

Son père était coffretier à Laval. Sa sœur épousa un chirurgien établi à Paris et l'un de ses frères fut barbier-chirurgien à Vitré. Ambroise fut mis en apprentissage chez un barbier-chirurgien

de Laval. Il vint ensuite à Paris pour se perfectionner dans son art. Il suivait les leçons qu'un docteur-régent faisait aux élèves barbiers, mais il étudiait seul les ouvrages d'Anatomie qu'il pouvait se procurer.

Au bout de quelque temps, il fut admis comme interne à l'Hôtel-Dieu. « Faut savoir, dit-il, que par l'espace de trois ans, j'ai résidé en l'Hôtel-Dieu de Paris, où j'ai eu le moyen de voir et connaître, eu égard à la grande diversité de malades y gisans ordinairement, tout ce qui peut être d'altération et maladie au corps humain; et, ensemble, y apprendre, sur une infinité de corps morts, tout ce qui se peut dire et considérer sur l'Anatomie, ainsi que souvent j'en ai fait preuve très suffisante, et cela publiquement à Paris aux Ecoles de Médecine. C'est beaucoup pour parvenir à la connaissance des grands secrets de la Chirurgie. »

Il fut reçu maître-barbier-chirurgien vers 1536, c'est-à-dire déclaré, après examen, *idoine et suffisant*, *tant en théorie qu'en pratique*, *à guarir clous*, *antrax*, *bosses et charbons*. Mais, au lieu d'ouvrir boutique, il se fit agréer comme chirurgien militaire par le maréchal de Monte-Jean qui menait une armée contre Charles-Quint. Il eut aussitôt l'occasion de rendre l'immense service de faire abolir un usage aussi stupide que barbare.

« Je n'avais encore vu, dit-il, traiter les plaies faites par harquebuses. Il est vrai que j'avais lu en Jean de Vigo que les plaies faites par les bastons à feu participent de vénénosité à cause de la poudre; et, pour leur curation, commande de les cautériser avec l'huile de Sambuc, en laquelle soit mêlée un peu de thériaque. Et, pour ne faillir, paravant qu'user de ladite huile fervente, sachant que telle chose pourrait apporter aux malades extrême

douleur, je voulus savoir, premièrement que d'en appliquer, comme les autres chirurgiens fesaient pour le premier appareil, qui était d'appliquer ladite huile la plus bouillante qu'il leur était possible, dedans les plaies, avec tentes et setons : dont je pris la hardiesse de faire comme eux. Enfin mon huile me manqua, et je fus contraint d'appliquer en son lieu, un digestif fait de jaune d'œuf, huile rosat et térébenthine. La nuit, je ne pus bien dormir à mon aise, pensant que, par faute d'avoir cautérisé, je trouvasse les blessés où j'avais failli à mettre de ladite huile, morts empoisonnés: qui me fit lever de grand matin pour les visites, où, contre mon espérance, trouvai ceux auxquels j'avais mis mon médicament digestif, sentir peu de douleurs à leurs plaies, sans inflammation et tumeur, ayant assez bien reposé la nuit. Les autres, où l'on avait appliqué ladite huile, les trouvai fébricitants, avec grande douleur, tumeur et inflammation aux environs de leurs plaies. A donc je me délibérai de ne jamais plus brûler ainsi cruellement les pauvres blessés de harquebusades. »

Le maréchal de Monte-Jean mourut à Turin pendant la campagne, et Ambroise Paré revint à Paris, où il ouvrit boutique et se maria en 1541.

L'année suivante, il s'attacha au prince de Rohan qui allait rejoindre l'armée à Perpignan, et il eut, entre autres succès, le bonheur de sauver le maréchal de Brissac, atteint d'une balle que les autres chirurgiens n'avaient pu découvrir.

A son retour à Paris, il fit paraître la *Méthode de traiter les plaies faictes par les harquebuses et autres bastons à feu, et celles qui sont faictes par des flèches, dards et semblables.* Il n'en avait nul droit, n'étant pas docteur; on cria; mais ce fut tout, et l'on adopta ses méthodes.

Au siège de Boulogne, en 1545, Ambroise Paré eut à soigner le duc de Guise, qui venait de recevoir le terrible coup de lance dont il devint *le balafré.* « Monseigneur le duc de Guise, dit Ambroise Paré, fut blessé devant Boulogne d'un coup de lance qui, au-dessus de l'œil dextre, déclinant vers le nez, entra et passa outre de l'autre part, entre la nuque et l'oreille, d'une si grande violence que le fer de la lance, avec portion du bois, fut rompu et demeura dedans; en sorte qu'il ne put être tiré hors qu'à grand' force, même avec des tenailles de maréchal. Nonobstant toutefois cette grande violence, qui ne fut sans fracture d'os, veines et artères, et autres parties rompues et brisées, mondit seigneur, par la grâce de Dieu, fut guari. »

Il revint à Paris après le siège de Boulogne, et publia, en 1550, un petit ouvrage intitulé : *Briefve collation de l'administration anatomique, avec la manière de conjoindre les os et d'extraire les enfants tant morts que vivants du ventre de leur mère, lorsque la nature de soi ne peut venir à son effet.*

Il accompagna de nouveau le prince de Rohan pendant la campagne de 1552. Un des hommes de la compagnie avait reçu sept coups d'épée à la tête, quatre autres dans les bras et un sur l'épaule droite. Le capitaine le voyant ainsi navré, et n'estimant pas qu'il dût jamais guérir, fit caver une fosse et le voulait faire jeter dedans, d'autant qu'on devait partir le lendemain dès la pointe du jour. « Mû de pitié, dit Ambroise Paré, je dis qu'il pourrait encore guérir s'il était bien pansé. Plusieurs gentilshommes de la compagnie le prièrent de le faire mener avec le bagage, puisque j'avais cette volonté de le panser ; ce qu'il accorda; et, après que je l'eus habillé, fut mis en une charrette, sur un lit bien couvert et bien accommodé, qu'un cheval traînait. Je fus

son médecin, son apothicaire, son chirurgien, son cuisinier; je le pansai jusqu'à la fin de la cure, et Dieu le guarit. »

Dans cette même campagne, Ambroise Paré eut l'idée de substituer à la cautérisation par le fer rouge, à la suite d'amputations, la ligature simple des artères, pour arrêter l'hémorragie.

Il partit ensuite, avec le duc de Vendôme, pour aller combattre en Picardie les Espagnols; puis Henri II se l'attacha. L'armée, assiégée dans Metz par Charles-Quint, le demandait; Henri II l'envoya avec la charge de médicaments qu'un cheval pouvait porter. Paré parvint à pénétrer dans la ville; sa présence ranima la garnison, et le siège fut levé. Alors « je pris congé, dit-il, de de M. de Guise et m'en revins devers le roi, qui me reçut avec bon visage et me demanda comment j'avais pu entrer dans la ville de Metz. »

L'année suivante, le roi l'envoya à Hesdin, que Charles-Quint assiégeait; les « morts rendaient une grande putréfaction, dit-il, n'étant point couverts de terre, à cause que n'en avions pas, et si j'entrais en un logis, il y avait des soldats qui m'attendaient à la porte, lorsque j'en sortirais, pour en panser d'autres. C'était à qui m'aurait et me portaient comme un corps saint, et ne pouvais satisfaire à ce grand nombre de blessés. » La ville se rendit, et Ambroise Paré fut quelque temps le prisonnier du duc de Savoie.

A son retour à Paris, en 1554, il demanda et obtint d'être admis à l'examen de docteur en Chirurgie. Il ne savait pas un mot de latin; on lui fit un discours, qu'il récita tant bien que mal, et fut reçu docteur. Il retourna ensuite aux armées jusqu'en 1564, et continua d'y rendre les plus grands services.

Il était huguenot; mais le roi l'envoya chercher, le soir de la

Saint-Barthélemy, et le cacha dans sa garde-robe. Charles IX voulut le faire abjurer; mais il s'y refusa absolument. Henri III, en montant sur le trône, le nomma son conseiller et son valet de chambre.

Outre les ouvrages dont nous avons déjà parlé, il a laissé encore : *Anatomie universelle du corps humain; Dix livres de la Chirurgie; Traicté de la peste, de la petite vérole et rougeole; Des bandages, des fractures, des luxations, des morsures et des goustes; De la génération de l'homme, et des monstres tant terrestres que marins; Discours de la mûnie, des venins, de la licorne et de la peste.*

Ses œuvres ont été réunies et publiées à Paris, en 1840, par M. Malgaigne.

CÉSALPIN.

(Né à Arezzo en 1519, mort à Rome en 1603.)

Professeur de Médecine à l'Université de Pise, il décrivit, comme Servet, le passage du sang veineux, du cœur au poumon, et son retour comme sang artériel, du poumon au cœur. C'est lui qui, le premier, employa l'expression *circulation du sang.*

Ni Réaldo, ni Césalpin ne paraissent avoir eu connaissance de l'opinion émise par Servet, dans un livre exclusivement consacré, comme nous l'avons dit, à des controverses religieuses.

Malgré ses opinions anti-aristotéliques, formulées dans ses *quæstiones peripateticæ*, le pape Clément VII le nomma son premier médecin et professeur de Médecine au collège de la Sapience.

Il a publié sur la Botanique un livre intitulé *De plantis* (Florence, 1583) dont Cuvier a dit : « C'est une œuvre de génie ». Il indiqua en effet la première méthode de classification, fondée sur les caractères de la fleur, du fruit et de la graine. Il reconnut, avant Linné, les organes mâles et femelles de la fleur.

Il y a, suivant lui, cinq choses à considérer dans les plantes : la durée vitale, la situation de la radicule, le nombre des graines, la forme et la nature des racines.

Césalpin s'est aussi beaucoup occupé de Minéralogie.

Bayle essaye de prouver que la première idée de la circulation du sang appartient, non à Harvey, mais à Césalpin. « Les preuves sont si claires, dit-il, qu'il n'y a point de chicane qui puisse les éluder. »

Mais, en fait de découvertes scientifiques, la priorité appartient à celui qui a su rassembler les preuves les plus concluantes et qui, entrainé par sa propre conviction, s'est fait l'apôtre de la vérité et a su la faire accepter.

EUSTACHI (BARTHÉLEMY).

(Né vers 1520 à San-Severino, dans la Marche d'Ancône, mort en 1574.)

Il était professeur d'Anatomie au collège de la Sapience, à Rome, et prit avec une grande âcreté la défense de Galien contre Vésale. Cependant il montrait par ses découvertes qu'il y avait bien à reprendre à l'Anatomie de Galien. C'est lui qui découvrit la trompe auriculaire et la valvule qui se trouve à l'orifice de la veine cave inférieure. Ces deux appareils ont conservé les noms de *trompe d'Eustache* et de *valvule d'Eustache*.

Son principal ouvrage est : *Opuscula anatomica* publié à Venise en 1564.

FERRARI.

(Né à Bologne, ou à Milan, en 1522, mort en 1562.)

Il sortait d'une famille pauvre et entra au service de Cardan comme simple domestique. Il montrait tant d'intelligence que Cardan lui donna des leçons et put bientôt se glorifier des progrès extraordinaires de son élève.

A dix-huit ans, Ferrari était en état de professer les Mathématiques. Plusieurs cours se le disputèrent; il choisit celle du cardinal Hercule Gonzague, qui lui confia le soin de lever la carte de l'État de Milan, travail auquel Ferrari consacra huit années, mais qu'il ne put achever.

Ferrari trouva avec Cardan la démonstration de la formule de résolution des équations du troisième degré, que Tartaglia leur avait communiquée sous forme d'énigme.

Il résolut, peu de temps après, l'équation du quatrième degré. Cardan qui nous l'apprend dans son *Ars magna,* nous a transmis la méthode de son disciple. C'est celle qui est connue sous le nom de *méthode italienne.* Elle consiste à faire disparaître le terme en x^3, à isoler le terme en x^4 dans un membre et à déterminer l'arbitraire k, de façon qu'en ajoutant aux deux membres,

$$2kx^2 + k^2,$$

on en fasse des carrés.

FALLOPE.

(Né à Modène en 1523, mort à Padoue en 1562.)

Élève de Vésale. Il professa d'abord l'Anatomie à Ferrare et à Pise et fut ensuite nommé par le Sénat de Venise à la chaire d'Anatomie de son maître, à l'Université de Padoue, et chargé en même temps de la direction du jardin botanique.

On lui doit la découverte des trompes utérines nommées depuis *trompes de Fallope*. Il étudia l'organe de l'ouïe, les appareils sécréteurs de la bile, etc.

Son principal ouvrage, qui a fait époque en Anatomie, est intitulé : *Observationes anotomicæ*. Ses œuvres ont été publiées à Venise en 1584, sous le titre *G. Fallopii opera*.

MEMMIUS OU MEMMO (JEAN-BAPTISTE).

(Noble vénitien, XVIe siècle.)

Donna la première traduction des *Coniques* d'Apollonius, ou, du moins, des quatres livres de cet ouvrage retrouvés de son temps, sous le titre : *Apollonii Pergei philosophi mathematicique opera* (Venise, 1537).

COLOMBO (REALDO).

(Né à Crémone vers 1515, mort vers 1577.)

Professeur de Médecine à l'Université de Padoue et plus tard à Pise et à Rome, il donna vers 1563 la description de la circulation pulmonaire, à peu près dans les termes dont s'était servi Servet.

Il a le premier mentionné le repliement du péritoine et donné une description exacte du médiastin; il a reconnu aussi que le cœur se resserre quand les artères se dilatent, et réciproquement; enfin que les mouvements du cœur et ceux qui appellent la respiration se font toujours en même temps.

Son traité *De re anatomica*, publié à Venise en 1559, obtint un grand succès.

FLETCHER.

(Né vers 1530, mort vers 1580.)

Professeur à Breslau. Il tenta le premier, dans un ouvrage publié en 1571, d'expliquer le phénomène de l'arc-en-ciel par la réfraction de la lumière; mais il croyait que le rayon lumineux, après avoir traversé une goutte, allait se réfléchir sur une autre, placée derrière la première, pour revenir ensuite à l'œil de l'observateur.

BOMBELLI.

(Né en 1530.)

Donna en 1589 un traité d'Algèbre où il fit voir avec certitude, ce que n'avait pas fait Cardan, que, dans le cas irréductible, l'équation du troisième degré a ses trois racines réelles.

L'analyse de ce travail se trouve dans le *Sermo de plus et minus* de Cardan et nous suffira.

Cardan commence par reprendre Bombelli pour avoir désigné ce que nous appelons aujourd'hui $+\sqrt{-a}$ et $-\sqrt{-a}$ par *plus*

moins la racine de a et *moins moins* la racine de a. Il propose de les désigner par *plus di moins* la racine de a et *moins di moins* la racine de a. (*Di* est une abréviation dont le sens est probablement *deux fois; di moins* signifierait donc deux fois négatif, ou négatif même étant élevé au carré.)

Il observe ensuite que *plus di moins* multiplié par *moins di moins* produit plus; que chacun d'eux multiplié par lui-même produit moins; que *plus* divisé par *plus di moins* donne *moins di moins*, et divisé par *moins di moins* donne *plus di moins ;* enfin que *moins* divisé par *plus di moins* ou *moins di moins* donne *plus di moins* ou *moins di moins.*

« *In capitulo cubi æqualis numero et rebus, inquit, si fuerit cubus æqualis* 15 *rebus plus* 4, *duxerimus* 5 *tertiam partem numeri cuborum ad cubum, fiet* 125; *et oporteat facere ex* 4 *duas partes, ex quarum ductu unius in alteram fiat* 125. *Tunc partes erunt* 4 *minus* 125, *quod est minus* 121, *quarum radices additæ et detractæ à* 4 *quadrato* (je ne vois pas à quoi sert *quadrato*) *dimidii efficiunt* 4 *plus* ℞ 121 *et* 4 *moins* ℞ 121 (il aurait dû écrire ℞ *minus* 121) *et* ℞ *cub illarum junctæ efficiunt rem, et hoc* 121 *minus* (il aurait dû écrire ℞ *minus* 121) *vocatur plus di minus cujus ut notum* ℞ *est* 11, *et ita una pars erit* 2 *plus* 11 *et alia* 2 *plus minus* 11 (il aurait dû écrire 2 *plus* 11 *di minus* 1 et 2 *minus* 11 *di minus* 1). *Quarum* ℞ *cu.* 1, *efficiunt rem quam constat esse* 4. »

C'est-à-dire :

« Il dit dans le chapitre du cube égalé au nombre et aux choses, si le cube est égalé à 15 choses et à 4 (ou si l'équation est $x^3 = 15x + 4$), nous ferons le cube de 5, tiers de 15, ce qui donnera 125, et il faudrait diviser 4 en deux parties dont le produit

fût 125. Les parties s'obtiendront en ajoutant et retranchant à la moitié de 4 la racine de $4 - 125$ ou de -121, et ainsi l'une des parties sera $2 + 11\sqrt{-1}$ et l'autre $2 - 11\sqrt{-1}$, dont les racines cubiques ajoutées donnent la chose qui est 4. »

« *Quia dicit has* ℞ *cub esse* 2 *plus di minus* 11 *et* 2 *minus di minus* 11 (il aurait dû dire 1 au lieu de 11). *Quod si constaret haberemus intentum : nam* 2 *plus minus* (il aurait dû dire 2 *plus di minus* 1), *et* 2 *minus di minus juncti faciunt* 4. »

C'est-à-dire :

« Car il dit que ces racines sont $2 + \sqrt{-1}$ et $2 - \sqrt{-1}$, et si cela était, nous comprendrions, car la somme de $2 + \sqrt{-1}$ et de $2 - \sqrt{-1}$ fait 4. »

« *Quod ante dicit in hoc casu est quod* 2 *plus di minus* 1 *habet suum quadratum* 3 *plus di minus* 4, *et cubum esse* 2 *plus di minus* 11. *Ex quo sequitur quod ex* 2 *plus di minus* 1 *etiam ducto in* 3 *plus di minus* 4, *fiant* 2 *plus di minus* 11. »

C'est-à-dire

« Ce qu'il dit auparavant sur ce cas est que le carré de $2 + \sqrt{-1}$ est $3 + 4\sqrt{-1}$, et que son cube est $2 + 11\sqrt{-1}$, ce qui vient de ce que $2 + \sqrt{-1}$ multipliés par $3 + 4\sqrt{-1}$ font $2 + 11\sqrt{-1}$. »

Les nombreuses fautes qui se trouvent dans le texte semblent indiquer que Cardan n'avait pas très bien compris.

Il ne réclame pas contre le résultat 4 qui est bien racine, mais il souhaiterait qu'on y arrivât plus clairement. Aussi ajoute-t-il : *Hic solum restant dubitationes quædam* (seulement il reste quelques doutes sur cela). Et il compte quatre *dubitationes*. La

seconde est qu'avec ces *minus di minus*, il arrive que le carré d'une chose moindre surpasse le carré d'une chose plus grande, *quod destruit totum Euclidem* (ce qui détruit entièrement Euclide), *nam quorum latera sunt majora, quadrata sunt majora* (car si les côtés sont plus grands, les carrés sont plus grands); la troisième dubitation est *quoniam nescimus quæ quantitates veræ sint quæ tot miracula faciunt, nec ipse ausus est explicare nec reddere rationem hujus rei* [que nous ne savons ce que sont au vrai ces quantités qui font tant de miracles; et lui-même (Bombelli) n'a pas osé l'expliquer ni en rendre raison].

Mais Bombelli, qu'il s'en doutât ou non, avait vingt fois raison de ne pas métaphysiquer sur les quantités imaginaires. Cardan le prouve bien dans sa quatrième dubitation en raisonnant, mais de travers.

Cardan ne dit pas comment, après avoir trouvé la première racine 4 de l'équation

$$x^3 - 15x - 4 = 0,$$

Bombelli obtenait les deux autres.

BENEDETTI (JEAN-BAPTISTE).

(Né à Venise vers 1530, mort en 1590.)

Il étudia les Mathématiques sous la direction de Tartaglia et devint un géomètre distingué. Il a laissé une *théorie* remarquable *de la chute des graves*; des *Spéculations mathématiques* intéressantes et des *Disputes* où il s'élève contre Aristote et les péripa-

téticiens. Il dit dans ses *Disputes* que tous les corps tomberaient avec la même vitesse dans le vide, mais cet ouvrage ne fut publié qu'en 1585, à Turin, et les premières recherches de Galilée sur la pesanteur datent de 1583.

MOLEZIO (GIUSEPPE).

(Né à Messine en 1531, mort à Padoue en 1580.)

Il était professeur de Mathématiques à l'Université de Padoue et fut chargé par la République de Venise de rédiger les tables qui devaient servir à la réformation du Calendrier. Il les a publiées sous le titre : *Tabulæ gregorianæ ex Prutenicis deductæ*. Venise (1580).

DANTI (IGNACE).

(Né à Pérouse en 1536, mort en 1586.)

Dominicain, professeur de Mathématiques en Toscane, à Pavie probablement, il fut appelé à Rome par Grégoire XIII pour entrer dans la commission de la réforme du Calendrier, et fut chargé en outre de dresser des cartes de Géographie ancienne et moderne. Il établit des gnomons considérables à Bologne et à Florence. Il fut nommé en 1583 évêque d'Alatri.

Il a laissé entre autres ouvrages : *Traité de l'Astrolabe* (Florence, 1569) où il mentionne la diminution de l'obliquité de l'écliptique ; *Scienze mathematiche redotti in tavole*

(Bologne 1577); *Anæmographia* (Bologne, 1578). Il a laissé aussi des traductions de la *Sphère* de Proclus et de la *Perspective* d'Euclide.

CLAVIUS (CHRISTOPHE).

(Né à Bamberg en 1537, mort à Rome en 1612.)

Il appartenait à l'ordre des Jésuites et professa les Mathématiques à Rome pendant les vingt dernières années de sa vie.

Le pape Grégoire XIII l'employa utilement à la réformation du Calendrier, et il paraît même que ce fut lui qui exécuta les principales opérations.

On l'avait surnommé l'Euclide du XVI^e siècle. Il a laissé: *Euclidis Elementorum...*, avec des commentaires un peu prolixes (Rome, 1574); *Calendarii romani Gregoriani explicatio* (1603); *Gnomonices* (1581), qui est le traité le plus volumineux, mais le moins clair, sur l'art de construire les cadrans solaires.

La réformation du Calendrier, au point de vue civil, ne présentait aucune difficulté depuis qu'on savait, par les observations faites durant le moyen âge, que l'année tropique est à peu près de $365\frac{1}{4}$ jours, moins $\frac{1}{130}$; et la réforme eût pu être opérée longtemps avant Grégoire XIII. Mais la question, pour l'Eglise, n'était pas tant de rétablir l'accord entre l'année tropique et l'année civile, que de régler toutes les questions relatives à la célébration des fêtes mobiles et ces questions présentaient des difficultés assez grandes. C'est pourquoi la réforme se fit si longtemps attendre. Ces difficultés étaient telles que Viète et Clavius ne se trouvèrent pas du même avis et que Viète avait tort.

GUILLAUME IV, LANDGRAVE DE HESSE-CASSEL.

(Mort en 1592.)

Il protégea les Sciences et les Arts, fit bâtir à Cassel, en 1561, un observatoire qu'il remplit d'instruments aussi parfaits qu'on pouvait alors se les procurer, se livra lui-même aux observations et s'attacha Rothmann et Juste Byrge pour l'y aider.

C'est à ses sollicitations que Tycho a dû la faveur dont il a joui près du roi Frédéric et qui lui facilita la création de son établissement d'Uranienbourg.

Il a laissé un ouvrage intitulé: *Cœli et siderum in eo errantium observationes.* Hessiacæ (1628).

PRÆTORIUS (JEAN).

(Né à Joachim Sthal en 1537, mort à Altorf en 1616.)

Il débuta par être fabricant d'instruments de Mathématiques à Nuremberg, puis vint à Vienne où il donna des leçons de Mathématiques à l'empereur Maximilien II. Il fut ensuite professeur de Mathématiques à Wittemberg (1571) et à Altorf (1576). Il est l'inventeur de la planchette. Képler dit qu'il lui doit une partie de ses progrès.

FABRIZIO D'AQUAPENDENTE (JÉROME).

[Né à Aquapendente (États de l'Église) en 1537, mort en 1619.]

Succéda à Fallope en 1562 dans la chaire d'Anatomie de Padoue, qu'il occupa avec éclat pendant cinquante ans. Il fut le maître

d'Harvey, qu'il put mettre sur la voie de sa grande découverte. En effet « dans son *Traité sur les veines*, dit Cuvier, il décrit une disposition de leur intérieur qui pouvait le conduire à la découverte de la circulation du sang. Il avait observé que les valvules sont toutes dirigées vers le cœur. »

NERI (ANTOINE).

(Né à Florence vers 1537, mort en 1614.)

Il entra dans les ordres, mais ne s'occupa que de sciences; il visita une partie de l'Europe et se lia avec les hommes les plus célèbres de son temps. C'est l'un des premiers chimistes qui aient écrit sur la fabrication du verre. Son livre est intitulé *Arte vetraria in libri* V (Florence, 1592); il a été traduit par d'Holbach sous le titre de *Art de la Verrerie*.

BAROZZI (FRANCOIS).

(Né à Venise en 1538, mort en 1587.)

Outre des ouvrages peu importants, on lui doit la traduction des *Machines de Guerre* et de la *Géodésie* de Héron l'Ancien ou de Héron le Jeune. Cette traduction parut à Venise en 1572 sous le titre : *Heronis Mechanici liber de machinis bellicis nec non liber de Geodesia*, a *F. Barocio latinitate donati et illustrati*.

Quoique noble vénitien, il fut décrété de magie par l'inquisition et condamné à des peines gra

LUDOLPH VAN CEULEN.

(Géomètre hollandais, né vers 1539, mort en 1610.)

Adrien Romain venait de donner la valeur du rapport de la circonférence au diamètre avec dix-sept décimales; Van Ceulen poussa le calcul, par la méthode d'Archimède, jusqu'à la trente-cinquième. Il publia son travail en 1610, en hollandais; Snellius en a donné une traduction latine, en 1615, sous le titre : *De circulo et adscriptis*. On a aussi de Ludolph des *Problemata geometrica*.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

TABLE ALPHABÉTIQUE.